

નહેરુ બાલ-પુસ્તકાલય

બળદગાડાં અને ઉપગ્રહો

ભારતમાં વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યાનો વિકાસ

મોનિષા બૉબ

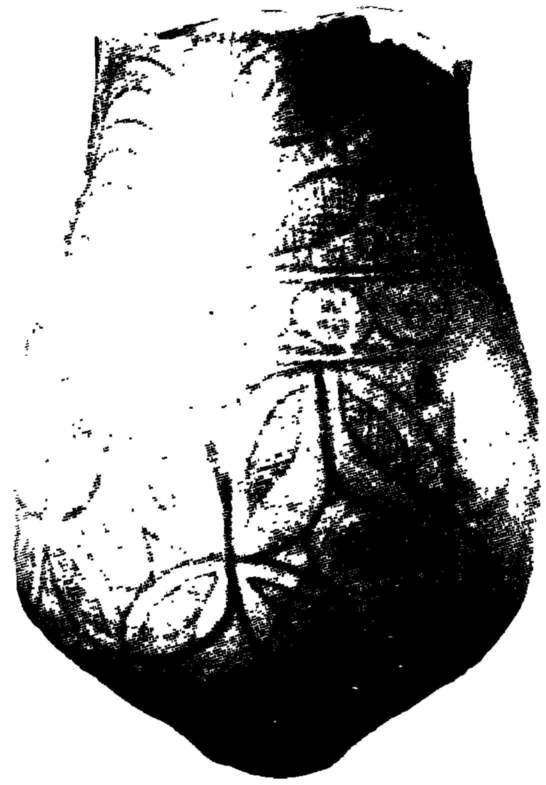
અનુવાદક: હસમુખ બારાડી

વ્યંગચિત્રો: આર.કે. લક્ષ્મણ

આયોજન: જ્યોતિષ દત્તગુપ્ત

નેશનલ બુક ટ્રસ્ટ, ઇંડિયા

1990 (શક 1912)
મૂળ © મોનિષા બૉબ, 1985
ગુજરાતી અનુવાદ © નેશનલ બુક ટ્રસ્ટ, ઇંડિયા
તસવીરો ફોટો ડિવિઝન (માહિતી અને પ્રસારણ ખાતું) તથા આર્કયોલોજિકલ સર્વે ઑફ ઇંડિયાના સૌજન્યથી.
રૂ. 6.50
BULLOCK CARTS AND SATELLITES *(Gujarati)*
પ્રકાશક: નિયામક, નેશનલ બુક ટ્રસ્ટ, ઇંડિયા, એ-5, ગ્રીન પાર્ક, નવી દિલ્હી-110016.



1

1974 ના મે મહિનાની 18 મી તારીખે ભારતે અણુ બોમ્બ ફોડયો ત્યારે આખું જગત મોમાં આંગળાં નાંખી ગયું, કારણ કે ભારત તો વહેમો-અંધ શ્રધ્ધાથી પીડાતો પછાત અને ગરીબ દેશ છે એવી જ વાતો જગતમાં પ્રચલિત હતી! બધાંને તો એવું જ લાગતું કે બહુબહુ તો સંસ્કૃતિ, ધાર્મિક તત્ત્વજ્ઞાન અને શિલ્પ સ્થાપત્યમાં ભારતે બેનમૂન સિધ્દિઓ જરૂર હાંસલ કરી છે; પણ વિજ્ઞાન કે યંત્રવિદ્યાના વિકાસ સાથે આપણે કંઈ નિસ્બત હોય એવું સ્વીકારવા કોઈ તૈયાર નહોતું! જો કે આવી ચીલાચાલુ છાપ આધુનિક ભારતની વાસ્તવિકતા સાથે કોઈ રીતે બંધબેસતી નહોતી.

પ્રાચીન અને મધ્યકાલીન ભારતમાં વૈજ્ઞાનિક જિજ્ઞાસા ખીલી હતી, પણ એ વાતવરણમાં છેલ્લા થોડા સૈકાઓમાં ઓટ આવી, અને પરિણામે વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ પછાત દેશ તરીકે આપણાદેશની છાપ બધાંના મનમાં ઘર કરી ગઈ. આવું થવાનાં કેટલાંક ચોક્કસ કારણો પણ હતાં.

મોગલ સામ્રાજ્યના પતન પછી જે અંધાધૂંધી ફેલાઈ તેને લીધે સંશોધન અને યંત્રવિદ્યાની પ્રવૃત્તિને ભારે ધક્કો લાગ્યો હતો; અને એ પછીના અંગ્રેજી રાજનાં બસો વર્ષ દરમ્યાન પણ ભારતના ઉદ્યોગોના આધુનિકરણમાં ખાસ કંઈ અવનવું થયું નહીં, પરિણામ એ આવ્યું કે આ બસો વર્ષ પહેલાં ભારતે જે વૈજ્ઞાનિક સિદ્દઓ હાંસલ કરી હતી એના તરફ કોઈએ ધ્યાન ન આપ્યું, અને એથી યંત્રવિદ્યાના ક્ષેત્રે એ ઘણું આગળ વધી શકે તેમ છે એ પણ કોઈએ ગણકાર્યું નહીં.

1947 માં આપણો દેશ સ્વતંત્ર થયો એ પછી જ વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યાની શક્યતાઓ દેખાવા માંડી. ખેતીવાડી અને વીજાણુ યંત્રો, તબીબીવિજ્ઞાન અને ભૌતિકશાસ્ત્ર જેવાં વિવિધ ક્ષેત્રોમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ થવા માંડી. નવી પ્રયોગશાળાઓ ખોલવામાં આવી. જો કે આ બધી વૈજ્ઞાનિક પ્રગતિ શૂન્યમાંથી સર્જન જેવી નહોતી. ભારતના લાંબા ઈતિહાસનાં વ્યાજબી પરિણામો રૂપે જ આજે યંત્રવિદ્યાના ક્ષેત્રમાં આટલાં સશોધનો અને શોધખોળો થઈ રહ્યાં છે.

(આપણો દેશ જેટલો પ્રાચીન છે તેટલી જ પ્રાચીન છે દેશની વૈજ્ઞાનિક જિજ્ઞાસા. આખા યુરોપમાં જ્યારે વણઝારા જેવી ભટકતી જાતિઓ રહેતી હતી ત્યારે સિંધુ નદીની ખીણમાં યોજનાપૂર્વક બનાવેલા મોહન-જો-દરો નામના નગરમાં સુસંસ્કૃત પચરંગી સમાજ વિકસી રહ્યો હતો) (મોહન-જો-દરોના લોકોએ જે જાતનાં નગરનું નિર્માણ કર્યું હતું તે આજના કોઈપણ નગર-આયોજકને ગર્વ થાય એવું હતું. એના સીધા, પહોળા રસ્તાઓ ઉત્તરથી દક્ષિણે અને પૂર્વથી પશ્ચિમે, પરસ્પરને સરખા અંતરે, કાટખૂણે મળતા અને પરિણામે સ્પષ્ટતાથી આંકેલી સીમાઓમાં આખું નગર વિભાગોમાં વહેંચાઈ ગયેલું. આ નગરના મુખ્ય રસ્તાઓ કેટલેક સ્થળે તો 10 મીટર પહોળા હતા અને એની ધારે એક સરખા માપની ભઠ્ઠીમાં પકવેલી ઈંટોવાળાં બબ્બે માળનાં મકાનો ચણેલાં હતાં. આ મકાનોનાં સ્નાનઘરોનું પાણી વ્યવસ્થિત રીતે બંધાયેલી ગટરો અને મોરીઓમાં જઈ મળતું. એના નાગરિકોની સ્વચ્છતા અને આરોગ્ય વિશેની જાગૃતિનો ખ્યાલ તો એ હકીકત ઉપરથી આવી શકે કે મળમૂત્ર અને કચરો લઈ જતી મોરીઓ પકવેલી ઈંટોથી બનેલી અને ઢાંકેલી રહેતી. ગટરોને અવારનવાર સાફ કરવા કામદારો ઊંડે ઊતરી શકે તે માટેનાં કાણાં પણ એવી જ ઈંટોથી બનાવવામાં આવતાં. આખા શહેરને હમેશા પાણી મળતું રહે તે માટે શહેરનાં ઘણાંખરાં મોટાં મકાનોમાં પોતાના કૂવાઓ હતા.)

(મોહન-જો-દરો નગરમાં ખેડૂતો અને વેપારીઓ, કારીગરો અને કામદારો રહેતા. એના કુંભારો માટીનાં ખૂબ સરસ ઠામ-વાસણો બનાવતા, અને એના પર ફૂલો તથા ભૂમિતિના આકારો જેવાં સુશોભન કરતા. તેઓ કયારેક પક્ષીઓ અને પ્રાણીઓ પણ દોરતા. નાનકડો માનવ અને હાથી, ગેંડા, બળદ અને મગર જેવા પશુઓ ચિતરવા કારીગરો માટીનો ઉપયોગ કરતા. બાળકો માટે તેઓ જે રમકડાં બનાવતા, એમાં પૈડાં ઉપર ચાલતાં ગાડાં વગેરે પણ હતાં. એટલે એવાં પૈડાંવાળાં ગાડાંનો એ લોકો એ વખતે ઉપયોગ કરતા હશે, એ તો દેખીતું છે.)

(એ જમાનામાં કાંસાની શિલ્પાકૃતિઓ પણ બનાવવામાં આવતી. એ લોકોને ધાતુનો ઉપયોગ કરતાં આવડતું હતું. પુરાતત્ત્વવિદોને એમના ખોદકામ દરમિયાન કાંસાના અરીસા, સોય, ચપ્પુ અને અસ્ત્રા તેમજ સોનું, ચાંદી અને તાંબામાંથી બનાવેલાં સ્ત્રીઓ અને પુરુષો માટેનાં ઘરેણાં મળ્યાં છે. મોહન-જો-દરોના રહેવાસીઓ વીંટી, ગળાના હાર, બંગડીઓ અને માથે પહેરવાનાં અનેક આભૂષણોનો ઉપયોગ કરતા. આવાં અનેક પ્રકારનાં જરઝવેરાતો અને શિલ્પાકૃતિઓ ઉપરાંત, મોહન-જો-દરોના લોકો ધાતુઓમાંથી રસોઇ માટેનાં જાતજાતનાં વાસણો બનાવતા. માટી અને પથ્થરનાં વાસણો પણ બનાવતા. માટીની થાળીઓ અને બીજાં વાસણો ભઠ્ઠીમાં પકવીને તૈયાર કરતા આ બધા કારીગરો સોનું અને ચાંદી, ચીનાઈ માટી તથા સાધારણ કિંમતી પથ્થરોમાંથી મોતી બનાવવામાં ઘણા કુશળ હતા. આ મોતીઓની બનાવટ એટલી ઊંચી હતી કે એના ઉપરથી આપણને ખબર પડે છે કે તેઓ મોતી બનાવવાની અત્યંત વિકસિત પદ્ધતિઓ જાણતા હતા.)

(મોહન-જો-દરોના લોકો સુતરાઉ અને ગરમ કપડાં પહેરતા, એ બધાં પણ તેઓ જાતે જ વણતા.)

(મોહન-જો-દરો, હડપ્પા, કાલીબંગન, લોથલ, અને સૂરકોટડા વગેરે નગરો સિંધુ ખીણની સંસ્કૃતિનાં મહત્ત્વની સ્થળો ગણાય છે. એ જમાનાની વિકસેલી બીજી વસાહતો આ ખીણની બહાર ઉત્તર પ્રદેશના આલમગીરપુર અને પંજાબના રોપરમાં છે. આમાંનાં કેટલાંક સ્થળોએ ખોદકામ હજી ચાલુ છે, પરંતુ અત્યાર સુધી જે કંઈ હાથ લાગ્યું છે એના પરથી એ લોકોના જીવનનું થોડું ઘણું સ્પષ્ટ ચિત્ર ઇતિહાસકારો અને પુરાતત્ત્વવિદો આપી શક્યા છે. અલબત્ત, હજી સમજવાનું ઘણું બાકી છે, તો પણ આવી કેટલીક હકીકતો અચૂક જુદી તરી આવે છે.)

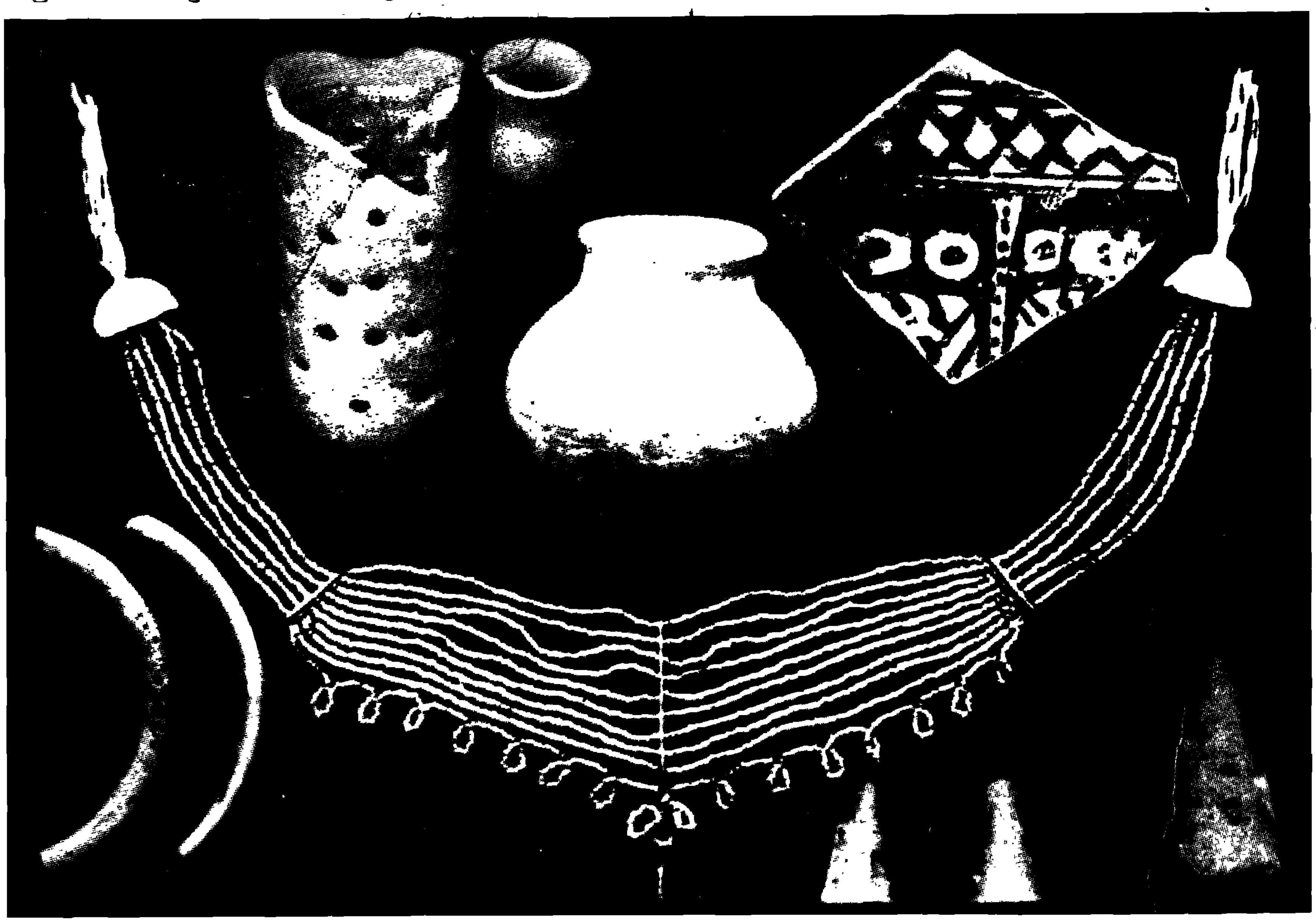
(સિંધુ ખીણની સંસ્કૃતિની પ્રજા ગણિતશાસ્ત્ર સારી રીતે જાણતી હતી, કારણ કે તેમણે ચોક્કસ પ્રકારનાં સ્થાપત્યનાં લક્ષણો ધરાવતાં સુયોજિત શહેરોની રચના કરી હતી. તેઓ બબ્બે માળનાં મકાનો બાંધવા ઓળંબાની દોરીનો ઉપયોગ કરી જાણતા. તેમનાં આ શહેરો ઉપરથી યંત્ર-તંત્રનાં ઉચ્ચ ધોરણોનો જ ફક્ત નહીં, પણ એ

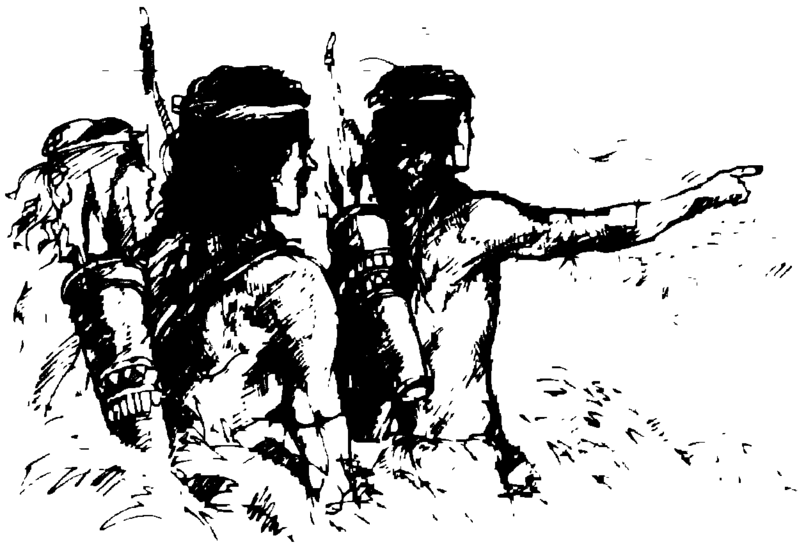
વૈજ્ઞાનિક ઢબે નિયોજીત મોહન-જો-દરોની વસાહત →

શહેરની ગટર પદ્ધતિ ઉપરથી સ્વચ્છતાના નીતિ નિયમોનું કડક પાલન તેઓ કરતા હશે તેનો ખ્યાલ પણ આવે છે. તોલ-માપની ખૂબ ચોકસાઈવાળી પદ્ધતિ પણ તેમણે વિકસાવી હતી. બાંધકામમાં વપરાયેલી ઈંટો પણ એકસરખા માપની હોવી એ હકીકત ઉત્પાદનનાં ઉચ્ચ ધોરણો સૂચવે છે. તેઓ ખેતીકામ કરી જાણતા, અને વિવિધ સાધનોનું નિર્માણ કરવા જુદીજુદી ધાતુઓનું મિશ્રણ પણ કરતા. સિંધુ સંસ્કૃતિના આ લોકો સમૃદ્ધ હતા અને શહેર-સુધરાઈની સારી વ્યવસ્થા હેઠળ રહેતા હતા.)

(એમના વિશે આપણે આટલું જાણીએ છીએ, પણ હજી ઘણું બધું શોધવાનું, સમજવાનું બાકી રહે છે. સિંધુ ખીણની સંસ્કૃતિની એ પ્રજા શિક્ષિત અને કલાપ્રિય હતી. જો કે ઇતિહાસકારો હજી એની લિપિ ઉકેલી શક્યા નથી. આ લિપિ જ્યારે ઉકેલાશે ત્યારે માનવજાતની સૌથી પુરાણી અને સુવિકસિત સંસ્કૃતિઓમાંની એક વિશે આપણને ઘણું વધારે જાણવા મળશે.)

સિંધુ નદીની સંસ્કૃતિની ચીજવસ્તુઓ





2

એ અરસાની બીજી સંસ્કૃતિઓની સરખામણીમાં સિંધુ નદીની સંસ્કૃતિ જાણે ઓચિંતી વિલીન થઈ ગઈ હોય તેમ લાગે છે. લગભગ એ જ સમયે ઉત્તરમાંથી દેશાંતર કરતી જાતિઓનો પ્રવાહ શરૂ થયો, એ જાતિના જૂથને આર્ય કહેવામાં આવે છે. તેઓ ભારતમાં આવીને વસ્યા. આ આર્યોએ પોતાના આગવા સામાજિક, સાંસ્કૃતિક અને વૈજ્ઞાનિક રિવાજો સ્થાપ્યા અને તેની સાથે એક એવી સંસ્કૃતિનો આરંભ થયો જે અગાઉની સંસ્કૃતિથી સાવ નિરાળી હતી. આ સમય ગાળાને સામાન્ય રીતે વેદોના કાળ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે, કારણ કે વેદો ઉપરથી જ એ સંસ્કૃતિની ઘણી ખરી માહિતી સ્તોત્રોનાં જૂથો, જેને આપણે વેદ કહીએ છીએ, એમાંથી પ્રાપ્ત થઈ છે.

એ સમયનાં વેદ અને સાહિત્યને જોતાં જણાય છે કે પ્રજાની સંસ્કૃતિ સારી એવી વિકસેલી હતી.

વેદકાળના ભારતીય લોકોએ ખગોળશાસ્ત્રનો અભ્યાસ કર્યો હતો. સૂર્ય અને ચંદ્રની ગતિને આધારે તેઓ સમયની ગણતરી કરી શકતા હતા. ચંદ્રની 27 સ્થિતિઓનાં તેમણે જુદાં જુદાં નામ પાડયાં હતાં અને પડવો તથા પૂનમના ચંદ્રની સ્થિતિ તેઓ અગાઉથી નક્કી કરી શકતા હતા.

ખગોળશાસ્ત્રની ગણતરીઓ માટે જટિલ ગણિતના ઉપયોગ ઉપરાંત, વેદકાળના આ લોકો યજ્ઞાદિ માટેનાં સ્થળો ખૂબ જ ચોક્કસ માપ મુજબ બાંધવા માટે પણ ગણિત અને ભૂમિતિનો ઉપયોગ કરતા. પદ્ધતિસર કાટખૂણાવાળા ત્રિકોણ દોરતા. ચોરસ, લંબચોરસ અને વર્તુળોનાં ચોક્કસ લક્ષણોનો તેઓએ ઊંડો અભ્યાસ કર્યો હતો. તેને જુદાં જુદાં માપનાં બનાવી શકતા. ચોરસની કર્ણરેખા તથા વર્તુળને ચોરસ બનાવવાની ગણતરી કરી શકાય તે માટે તેઓએ પ્રશ્નોને ઉકેલવા સિદ્ધાંતો ઘડ્યા.

તેઓએ અણુના સિદ્ધાંત પણ સ્થાપ્યા હતા, જેમાં સાબિત કરવામાં આવ્યું હતું કે કેટલાય પરમાણુઓ ભેગા કરવાથી એક અણુ બને છે.

આ સમય દરમ્યાન તબીબીશાસ્ત્રમાં પણ ખૂબ પ્રગતિ થઈ હતી. વેદકાળના તબીબો માનવશરીરનો અભ્યાસ કરવા માટે અવયવો પણ કાપતાં.

વેદકાળનાં શાસ્ત્રોમાં મુડદાનાં અવયવો ચીરવાની પધ્ધતિઓનો ઉલ્લેખ છે. વેદકાળના તબીબી સાહિત્યમાં એ ચર્ચવામાં આવી છે.

વિદેશી આર્યોનાં આક્રમક ધાડાં અને સ્થાનિક લોકો વચ્ચે તથા પછીના સમય ગાળાનાં નાનાં નાનાં રાજ્યો વચ્ચે છમકલાં અને લડાઈઓ અવારનવાર થતાં, એમાં ઘવાયેલાઓની સારવારની સતત જરૂરતને પરિણામે તબીબીવિજ્ઞાનમાં આ પ્રગતિ સધાઇ હતી. હકીકતમાં એને 'શલ્યતંત્ર' એવું નામ આપવામાં આવ્યું હતું; એટલે કે તૂટેલાં બાણ કે એવાં તીક્ષ્ણ હથિયારોના કુશળ ઉપયોગનું વિજ્ઞાન. શરીરમાં ઘૂસી ગયેલી બાણની અણી કાઢવી પડતી, તીક્ષ્ણ હથિયારોના ઘાની સારવાર કરવી પડતી એટલે આ જાતના ઘાવોની માવજત કરવાનાં જ્ઞાન અને આવડત વધતાં ગયાં. એ વખતના ક્રૂર કાનૂન મુજબ કાન, નાક કે શરીરનાં બીજા અંગો શિક્ષા કરવા માટે કાપી નાખવામાં આવતાં. એની સારવાર માટે શસ્ત્રક્રિયાના નિષ્ણાતોની હમેશાં માંગ રહેતી. એ દિવસોમાં હાડકાં બેસાડવાની કળા પણ વિજ્ઞાન તરીકે વિકસી હતી.





વેદકાળનાં લોકો જે કાપડ પહેરતાં તેને પોષાકો માટે વણવાનું અને રંગવાનું તેઓ જાણતાં હતાં. તેઓ સોના-ચાંદીનાં જાતજાતનાં ઘરેણાં પહેરતા અને બીજી ધાતુઓનો ઉપયોગ પણ જાણતા. તેઓ ખાવા પીવાના શોખીન હતા અને માદક પીણું સોમરસ બનાવી જાણતા હતા. ફુરસદને સમયે તેઓ સંગીતનાં થોડાં વાદ્યો વગાડતાં અને પાસાની રમત પણ રમતા. શિક્ષણ અને સાહિત્યનો ઘણો વિકાસ થયો હતો, અને સામાજિક રીત રિવાજોએ ઊંડાં મૂળ નાખ્યાં હતાં. આજે ચાલી રહેલા કેટલાંય સામાજિક અને ધાર્મિક કર્મકાંડો એ જમાનામાં શરૂ થયાં હતાં. વેદોનો મુખ્ય ભાગ ધર્મ અને તત્ત્વજ્ઞાનથી ભરેલો છે. એમાં વ્યક્ત થયેલા વિચારો અને આદર્શો ખૂબ જટિલ પ્રકારની અને સારી રીતે વિકસેલી સંસ્કૃતિનું દર્શન કરાવે છે.





3

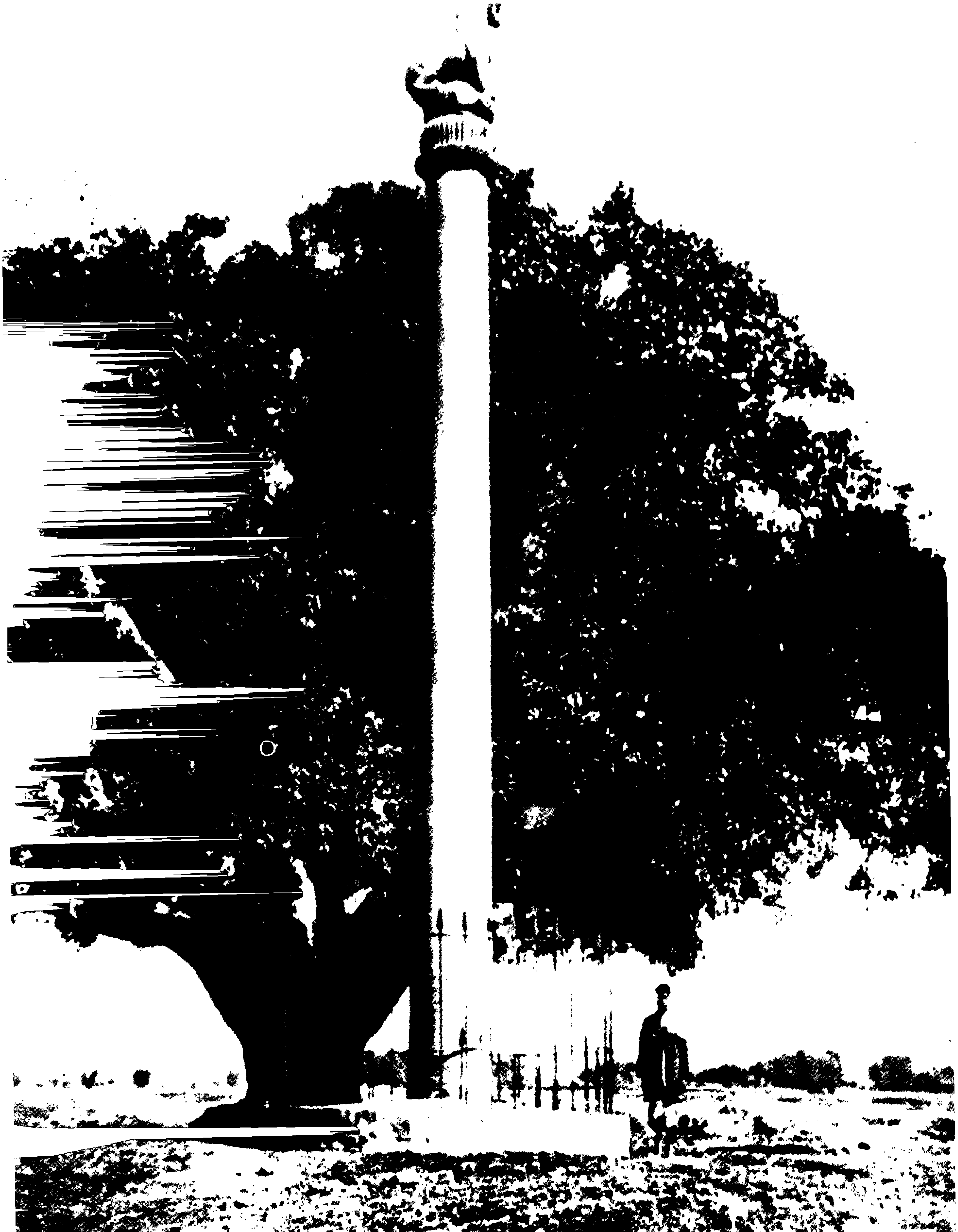
ઇસ્વીસનના પ્રારંભથી પણ પહેલાંના સૈકાઓમાં સ્થપાયેલા મૌર્ય સામ્રાજ્ય દરમ્યાન રાજનીતિ, સંસ્કૃતિ, વેપાર-વાણિજ્ય અને વિજ્ઞાન સારા પ્રમાણમાં ખીલ્યાં હતાં.

આ આખાય સમય ગાળાની વિગતવાર માહિતી કૌટિલ્યે લખેલા 'અર્થશાસ્ત્ર'માં આપણને મળે છે. ચંદ્રગુપ્ત મૌર્યના રાજદરબારમાં કૌટિલ્ય મુખ્ય પ્રધાન હતા. ચંદ્રગુપ્તે અનેક પ્રદેશો જીતી લઈ એક વિશાળ સામ્રાજ્ય સ્થાપ્યું હતું અને એથી એનું નામ સામ્રાજ્ય સાથે સાંકળવામાં આવ્યું છે. એના વંશજોએ ભારત અને અફઘાનિસ્તાનના વધુ પ્રદેશો જીતી લઈ સામ્રાજ્યને વધુ શકિતશાળી કર્યું. કૌટિલ્યે આ સામ્રાજ્યને ટકાવી રાખવા માટે એક વિશેષ પ્રકારની સરકાર-રચનામાં એ સમ્રાટોને મદદ કરી. રાજનીતિમાં કૌટિલ્ય ખૂબ પ્રવીણ હતા. એની રચેલી કેન્દ્રીકૃત સત્તાપદ્ધતિ એ આપણા દેશનું સૌથી પહેલું મહાન સામ્રાજ્યવાદી સત્તાતંત્ર હતું. જગતનું પણ એ એક પ્રકારનું શરૂઆતનું પહેલું સત્તાતંત્ર ગણાય છે.

મૌર્ય સામ્રાજ્યની નીતિરીતિ વિષે અનેક વિગતોનો કૌટિલ્યના અર્થશાસ્ત્રમાં ઉલ્લેખ છે. એ ઉપરાંત એ સમયના અન્ય રીતિરિવાજો, યુદ્ધશાસ્ત્ર, ખેતીવાડી અને વેપાર વાણિજ્ય જેવી બીજી પ્રવૃત્તિઓ વિશે પણ એમાં વિગતો આપી છે.

યુદ્ધમાં વપરાતાં અનેક સાધનો, ખાસ કરીને 'યંત્રો' તરીકે ઓળખાતાં કેટલાંક સાધનોનો એણે ઉલ્લેખ કર્યો છે. એમાં સાદી ગિલોલ અને ભડકે બાળનારાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે. આપણા દેશમાં દારૂગોળાનો ઉપયોગ હજી શરૂ થયો ન હતો.

કૌટિલ્યના ગ્રંથ ઉપરથી એ પણ જાણવા મળે છે કે ખેતીવાડીમાં કૃત્રિમ સિંચાઈનો પણ એ પ્રજા ઉપયોગ કરતી હતી. એમાં નહેરો અને સરોવરોનો ખાસ ઉલ્લેખ મળે છે. અને એ બધાંના બાંધકામમાં જરૂરી ઉચ્ચ પ્રકારની ઇજનેરી કુશળતા પણ એ લોકોમાં હતી.



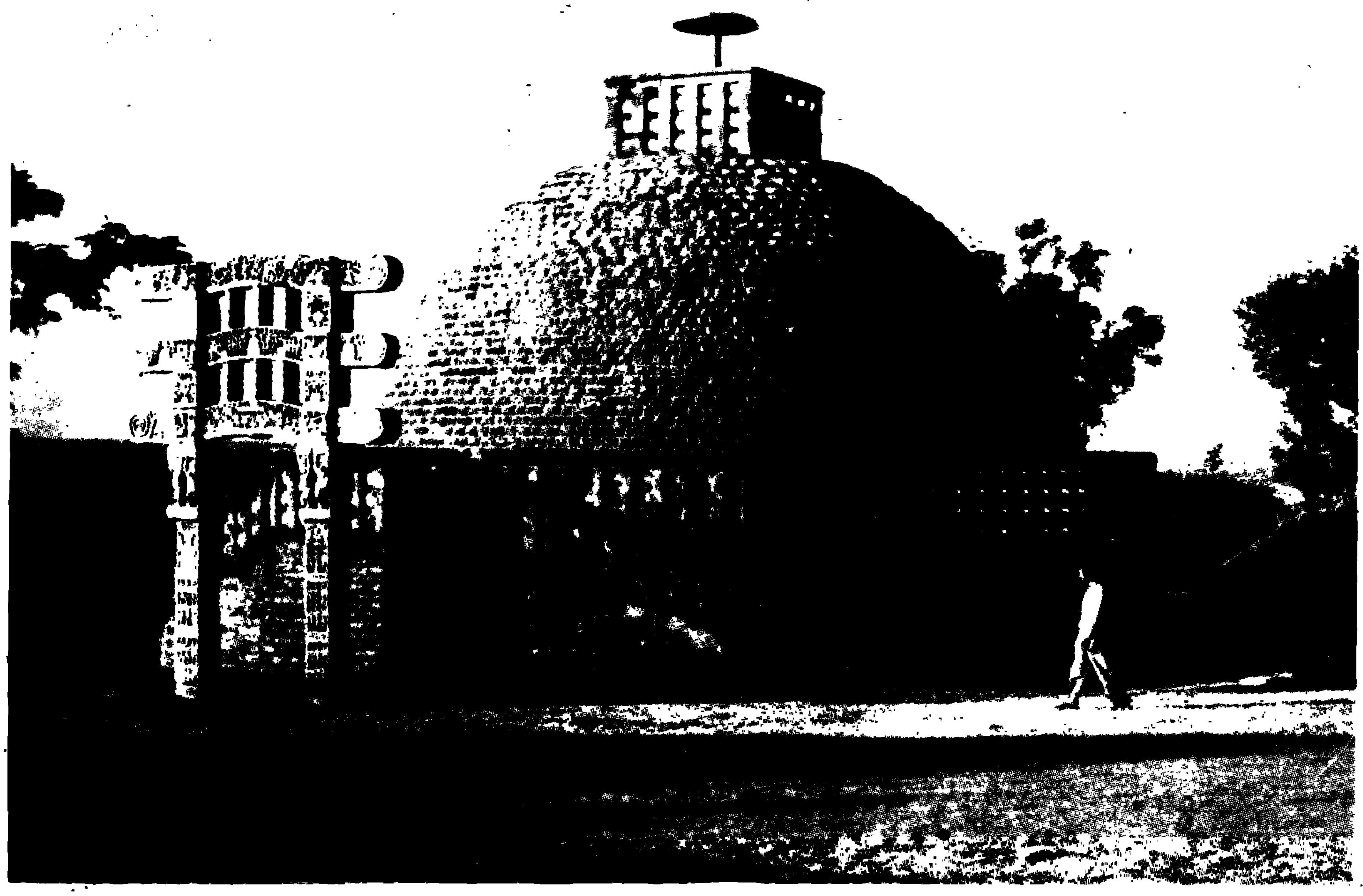
રોજિંદા વપરાશનાં સાધનોમાં ગરમીના દિવસો દરમ્યાન હવામાન ઠંડું કરવા પાણીનો છંટકાવ કરતા ફરતા ફુવારાનો સમાવેશ થાય છે.

મૌર્યકાળ દરમ્યાન વ્યાકરણશાસ્ત્ર અને ધ્વનિશાસ્ત્રના વિકાસમાં પણ ખૂબ રસ લેવાયો હતો. પાણિનિ રચિત સંસ્કૃત વ્યાકરણે આ ક્ષેત્રમાં ખૂબ નોંધપાત્ર પ્રદાન કર્યું હતું. પાણિનિ પછી સંસ્કૃત ભાષામાં કોઈ ખાસ પરિવર્તન થયું નહીં, જો કે એનો શબ્દભંડોળ અને સાહિત્ય સતત વધતાં ગયાં. પાણિનિએ કરેલી વ્યાકરણરચના ખૂબ નોંધપાત્ર સિદ્ધિ ગણાય છે, અને ત્યારથી ઓગણીસમી સદીની શરૂઆત સુધી આખા જગતમાં કોઈ સ્થળે આટલું અજોડ વિગતવાર વૈજ્ઞાનિક ઢબે કોઈ પણ ભાષાનું વ્યાકરણ રચાયું નહોતું.

મૌર્યયુગના મહાન સમ્રાટ અશોક સત્તા પર આવ્યા ત્યારથી જ એમણે લડાઈઓ કરી પ્રદેશો જીતી પરંપરાગત રીતે રાજ્ય વિસ્તારવા માંડયું હતું. પરંતુ પછી લડાઈઓ કરવાનું છોડી દઈ પોતાની પ્રજા પ્રત્યે પિતા જેવી કલ્યાણકારી ભાવનાથી રાજ્ય-સંચાલન તરફ અશોકે વધુ ધ્યાન આપ્યું હતું. એ યુગના કોઈ પણ સમ્રાટ માટે આ વર્તણૂંક ખૂબ નોંધપાત્ર ગણાય. એણે પોતાના સામ્રાજ્યને આવરી લેતા અને એના પ્રદેશોને જોડતાં કેટલાય રસ્તાઓ બંધાવ્યા અને એ રીતે પાટનગર પાટલિપુત્રને આખા દેશની સાથે સાંકળી લીધો. આવા કામ માટે જરૂરી ભૂમિ સર્વેક્ષણ અને રસ્તાના બાંધકામ અંગેની જ્ઞાન-માહિતી તે વખતના લોકોમાં હતી તે તો દેખીતું જ છે. સમ્રાટ અશોકે આવા રસ્તાઓ ઉપર પ્રવાસીઓ માટે છાંયો આપતા વિરામસ્થાનો બંધાવ્યાં હતાં. આ

←અશોક-સ્તંભ-કાટ ન ખાતા ધાતુ-વિજ્ઞાનનું એક આશ્ચર્ય

↓ સાંચીનો સ્તૂપ





ઉપરાંત તેણે હોસ્પિટલો, અને માણસો તથા પશુઓ માટે આશ્રયસ્થાનો ઊભાં કર્યાં હતાં. એની સત્તા દરમ્યાન તબીબીવિજ્ઞાનનો ઘણો વિકાસ થયો હતો. પશુઓ અંગેનો અભ્યાસ અને સારવાર પદ્ધતિ પણ એ જ સમયે વધુ ઝીણવટભરી બની હતી.

અશોકના એ પાટનગર પાટલિપુત્રનું આજે ક્યાંય નામનિશાન નથી. મૌર્યકાળના સ્થાપત્ય કે નગરઆયોજન વિશે માહિતી આપી શકે એવા કોઈ અવશેષો રહ્યા નથી. જો કે ગ્રીક ઇતિહાસકારો અને પ્રવાસીઓએ પાટલિપુત્ર શહેરની જાહોજલાલીનો ઉલ્લેખ કર્યો છે, અને એ હકીકત તરફ ધ્યાન દોર્યું છે, કે એના મહેલો અને મહાલયો લાકડાના બનેલા હતા. અશોકનો મહેલ તો એટલો બધો ભવ્ય હતો કે ચીની મુસાફર

સારનાથનો અશોક સ્તંભ



ફા-હ્યાન એમ માની બેઠેલો કે સમ્રાટ અશોકની સેવા કરી રહેતા અલૌકિક આત્માઓએ એ મહેલ બાંધ્યો હશે! અશોક સ્તંભો ઉપરનું કોતરકામ શિલ્પીઓની કુશળતાની સાક્ષી આપે છે. દરેક સ્તંભ એક આખા ખડકમાંથી કોતરી કાઢવામાં આવતો, એને ખૂબ સારી રીતે ઘસવામાં આવતો અને એના ઉપર સમ્રાટ અશોકના આદેશો કોતરવામાં આવતા. ખડકોમાંથી આવા મોટા પથ્થરો કાપવા, સેંકડો માઇલો દૂર એને લઈ જવા અને ક્યારેક તો એને ટેકરીઓને શિખરે ચડાવવાની પ્રવૃત્તિઓમાં જોઇતી ઇજનેરી કાબેલિયત એ લોકોમાં હતી એમાં શંકા નથી. આવા શિલાલેખો દિલ્હી અને દેશનાં અન્ય સ્થળો પર સમયની સામે ટક્કર ઝીલતા આજે પણ ઊભા છે.

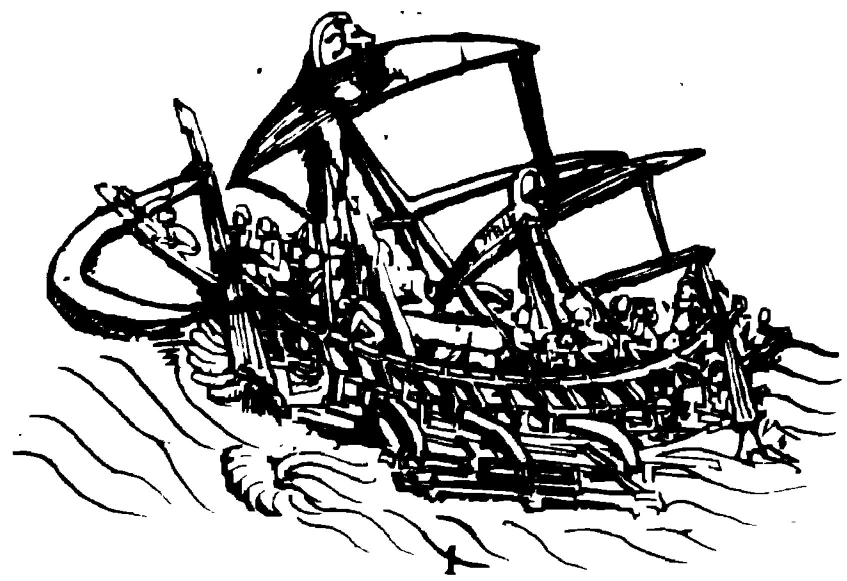
બુદ્ધના અવશેષો જાળવી રાખવા માટે એ વખતે ઘણા સ્તૂપો બાંધવામાં આવ્યા હતા. એમાં સાંચી અને ભરહુતના સ્તૂપો ખૂબ પ્રખ્યાત છે.

બૌદ્ધ ભિક્ષુઓએ એ પછી વ્યવસ્થિત મઠો અને વિહારો બાંધ્યા. બારાબાર ટેકરીઓ જેવી અનુકૂળ જગ્યાઓએ ખડકો કોતરીને આવા મઠો બનાવ્યા. એવી ઘણી ગુફાઓને બૌધ્ધ ભિક્ષુઓએ સુંદર કોતરકામથી સુશોભિત કરી.

પછીના થોડા સૈકાઓમાં, ઇસુખ્રિસ્તના જન્મની આજુબાજુના ગાળામાં, પશ્ચિમ ભારતમાં અજંતા, કારલે, નાસિક, અને ભાજાની ગુફાઓ એ સમયના શિલ્પીઓએ બનાવી હતી. દેશના પૂર્વ ભાગોમાં ઉદયગિરિ અને ખંડગિરિની ગુફાઓમાં પણ એવું જ કોતરકામ કરવામાં આવ્યું હતું. આ સમય દરમ્યાન સાંચીના સ્તૂપનું કામ આગળ ચાલ્યું, અને એ સ્તૂપને વિસ્તારી એના લાકડાના કઠેડાને સ્થાને પથ્થરનો કઠેડો બાંધી એના ઉપર કોતરકામ કરવામાં આવ્યું હતું.

મૌર્યકાળની કલા અને સ્થાપત્ય વિશે આપણું જ્ઞાન ખૂબ ઓછું હોવા છતાં આપણી પાસે એટલી માહિતી તો છે જ કે જેને આધારે એ વખતની કળા અને યંત્ર વિદ્યાની પ્રગતિનો સ્પષ્ટ ખ્યાલ આપણને આવી શકે.





4

એ પછીના સૈકાઓમાં ખગોળશાસ્ત્ર, ગણિત-વિજ્ઞાન અને વૈદકશાસ્ત્રની પ્રગતિ થતી રહી, અવનવી શોધખોળો અને પદ્ધતિઓ વિકસતી રહી.

સૈકાઓ વહી ગયા છતાં બે વિખ્યાત વૈદોનાં નામ આજે પણ તેમણે લખેલા ગ્રંથોને કારણે જગજાહેર છે. એમાંના એક વૈદ ચરકઋષિએ 'ચરકસંહિતા' નામનો મહાગ્રંથ લખ્યો છે, જે ઔષધિની આયુર્વેદ-પદ્ધતિનો પાયો ગણાય છે. આયુર્વેદ એટલે 'જીવનનું વિજ્ઞાન'. આજે પણ આપણા દેશમાં એનો સારો એવો પ્રચાર છે. હૃદય એ આખી શરીર રચના પર અંકુશ રાખતું ઉપાંગ છે એ મહામુનિ જાણતા હતા. વળી લોહીના પરિભ્રમણ વિષે પણ તેમને ખબર હતી. નરી આંખે ન દેખાતાં કેટલાંક જીવાણુ અને કીટાણુઓથી રોગો થાય છે એ વાતથી પણ ચરકમુનિ પરિચિત હતા. એમના ગ્રંથમાં એ સમયે હોસ્પિટલો અને તાલીમ પામેલા તબીબો હતા એવો ઉલ્લેખ પણ જોવા મળે છે. પ્રાચીન કાળમાં ભારતીય તબીબો અને શસ્ત્રક્રિયાના નિષ્ણાતો માનવશરીર અને રોગોની સારવાર વિષે અગાધ જ્ઞાન ધરાવતા હતા, એ હકીકત પણ એમનાં લખાણોથી સ્પષ્ટ થાય છે.

મહામુનિ સુશ્રુતનો ગ્રંથ 'સુશ્રુત સંહિતા' પણ તબીબી વિજ્ઞાનમાં અજોડ ગણાય છે, એમાં શસ્ત્રક્રિયા વિષે ખૂબ વિગતે સમજાવવામાં આવ્યું છે.

એ વખતની શસ્ત્રક્રિયાને લગતી બધી માહિતી વ્યવસ્થિત રીતે એકત્ર કરી, મહામુનિ સુશ્રુતે આ ગ્રંથમાં મૂકી છે. મૃતદેહોના વાઢકાપ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓએ શસ્ત્રક્રિયામાં પ્રવીણતા હાંસલ કરવી જોઈએ, એવી એમણે ભલામણ કરી છે. વાઢકાપ માટે મૃતદેહને કેવી રીતે તૈયાર કરવો એની પદ્ધતિ પણ સુશ્રુતે સમજાવી છે. શસ્ત્રક્રિયાના તબીબે ક્યાં ક્યાં સાધનો વાપરવાં એની સૂચિ પણ તેમના ગ્રંથમાં છે; અને એ સાધનો ઉપરાંત, દરેક તબીબે પોતાની વિશેષ જરૂરિયાત મુજબ નવાં સાધનો બનાવવાં જોઈએ એનું પણ એ ગ્રંથમાં સ્પષ્ટ સૂચન છે. એ વખતે વપરાતાં સાધનામાં ચીપિયા, ચપ્પુ, સોયા, બુઠ્ઠી અણીવાળો સળિયો અને નળી આકારનાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે.

આધુનિક શાસ્ત્રક્રિયા કરતા સર્જનો પણ અવાં જ પરંતુ વધુ સુધારેલાં સાધનોનો ઉપયોગ આજે કરે છે. વાઢકાપ ઉપરાંત સુશ્રુત જણાવે છે કે તાલીમ લઈ રહેલા વિદ્યાર્થીઓ શાકભાજી અને કાદવ ભરેલી ચામડાની કોથળીઓ જેવી અનેક વસ્તુઓ ઉપર પણ પ્રયોગ કરી શકે. ફક્ત વાઢકાપ જ નહીં, પરંતુ શરીરના ઘા રુઝવવા માટે ટાંકા કેવી રીતે લેવા અને પાટાપિંડી કેવી રીતે કરવી, એમાં પણ વિદ્યાર્થીઓ કુશળતા પ્રાપ્ત કરે એવી સુશ્રુતે સલાહ આપી છે.

સુશ્રુત ઋષિને 'પ્લાસ્ટિક સર્જરી'નો પણ ખ્યાલ હતો. લડાઇમાં થતી કાન અને આંખની ઇજાઓ વિશે એમણે ખૂબ વ્યવસ્થિત રીતે લખ્યું છે. નાકની સારવાર માટે એમણે જે પધ્દતિ બતાવી છે, તે આજે પ્રયોજાતી પ્લાસ્ટિક સર્જરીને ઘણી જ મળતી આવે છે.

મૌર્ય સામ્રાજ્યની પડતી થતાં ચોતરફ ભારે અંધાધૂંધ વ્યાપી ગઈ, અને એક વિશાળ કેન્દ્રીભૂત રાજ્યને સ્થાને કેટલાંય નાનાં નાનાં રાજ્યો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. ત્યાર બાદ બીજું જે મહારાજ્ય સ્થપાયું એ ગુપ્ત સામ્રાજ્ય તરીકે ઓળખાય છે.

ગુપ્તકાળ દરમ્યાન ભારતમાં બનેલા કેટલાય માલ સામાનને વેપારીઓ દૂર દૂરના દેશોમાં લઈ ગયા. એવા માલસામાનની માંગ વધતાં વેપાર-વણજનો પણ વિકાસ થયો, અને પરિણામે ખૂબ સમૃધ્દિ વધી. ધનિકો અને સાધન સંપત્તિ ધરાવતી સંસ્થાઓએ કલાકારો અને વિદ્વાનોને આશ્રય આપવા માંડયો. પરિણામે કેટલાય વૈજ્ઞાનિક ગ્રંથો રચાયા. એ વખતે જે કાંઇ જ્ઞાન-માહિતી ઉપલબ્ધ હતી, તેને વ્યવસ્થિતરૂપ આપીને વિદ્વાનોએ અવનવા સિધ્દાંતો તારવ્યા.

ગુપ્તકાળના ધાતુવિજ્ઞાનીઓની કુશળતાનાં જવલંત ઉદાહરણો છે દિલ્હીમાં મેહરોલીનો લોખંડનો સ્તંભ, નાલંદામાં બુધ્ધની લગભગ 25 મીટર ઊંચી તામ્રમૂર્તિ અને સુલતાન ગંજમાં બુધ્ધની સાડા સાત ફૂટ ઊંચી તાંબાની મૂર્તિ.

આ જ દિવસોમાં ખાણઉદ્યોગ પણ વિસ્તરતો જતો હતો. દસ્તાવેજો પરથી જાણવા મળે છે કે સોના, ચાંદી, લોખંડ, કલાઇ, સીસા અને તાંબાને ખાણોમાંથી ખોદી કાઢવામાં આવતાં આ ધાતુઓમાંથી ઘરેણાં, રોજિંદા વપરાશનાં ઉપયોગી સાધનો, જેમકે વાસણો અને ઓજારો તેમજ લડાઈ માટે જરૂરી શસ્ત્ર -સામગ્રીઓ બનાવવામાં આવતાં.

ધાતુનું કામ કરનારા કારીગરો, તેમજ લાકડું અને હાથીદાંતનું કોતરકામ તથા ચિત્રકામ, માટીકામ કરનારા, તથા કાપડ ઉદ્યોગ વગેરેના કારીગરો પોતપોતાનાં જૂથો રચતા અને નગરના અલગ અલગ ભાગોમાં રહેતા.

આવી રીતે જૂથ બનાવવાની પધ્દતિ યુરોપમાં મધ્યયુગ સુધી અસ્તિત્વમાં નહોતી આવી જ્યારે ભારતમાં ઇસ્વીસનના પ્રારંભથી એ સર્વમાન્ય જીવન-રીતિ બની રહી હતી.

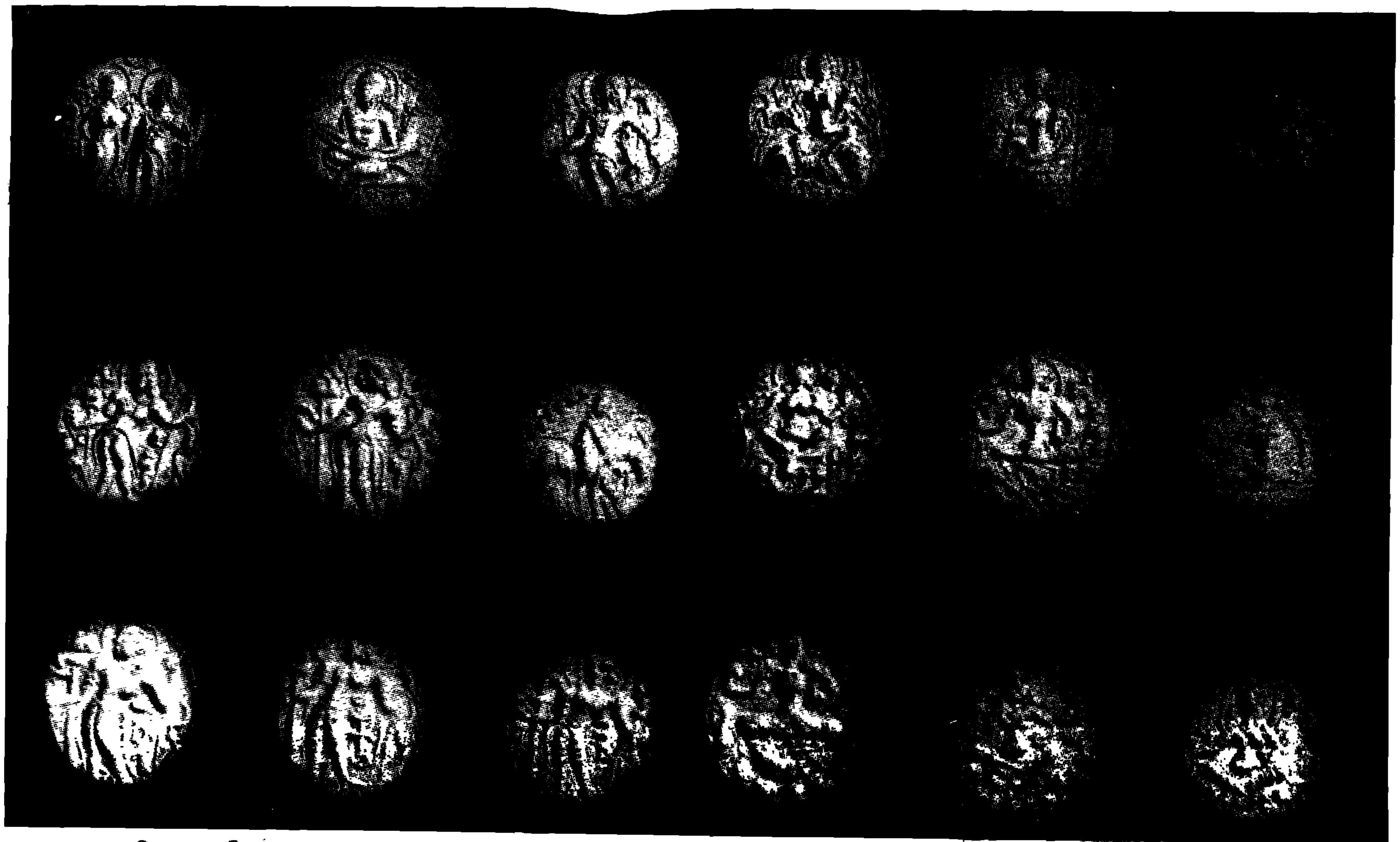
એ પછીના અંધાધૂંધીના સૈકાઓ દરમ્યાન પણ આ પ્રકારની સામાજિક અને આર્થિક વ્યવસ્થા જળવાઇ રહી હતી. અનેક પ્રકારના નીતિનિયમો અને પ્રણાલિઓ સ્થપાઇ ચૂકયાં હતાં અને એના પાયા પર જ તે પછીની નવી વ્યવસ્થાઓ ઊભી થઈ.

ભારતીય કલા અને સંસ્કૃતિનો તેમજ આ વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાન-માહિતીનો પડોશી દેશોમાં સારો એવો પ્રચાર થયો. જગતના બીજા ભાગોની આવી જ્ઞાન-માહિતી પણ આપણી પ્રજાને મળી. પરિણામે ઘરઆંગણના સંશોધનને વધુ પ્રોત્સાહન મળ્યું.



સુશ્રુત વિદ્યાર્થી વયે—એક કલાકારની કલ્પના

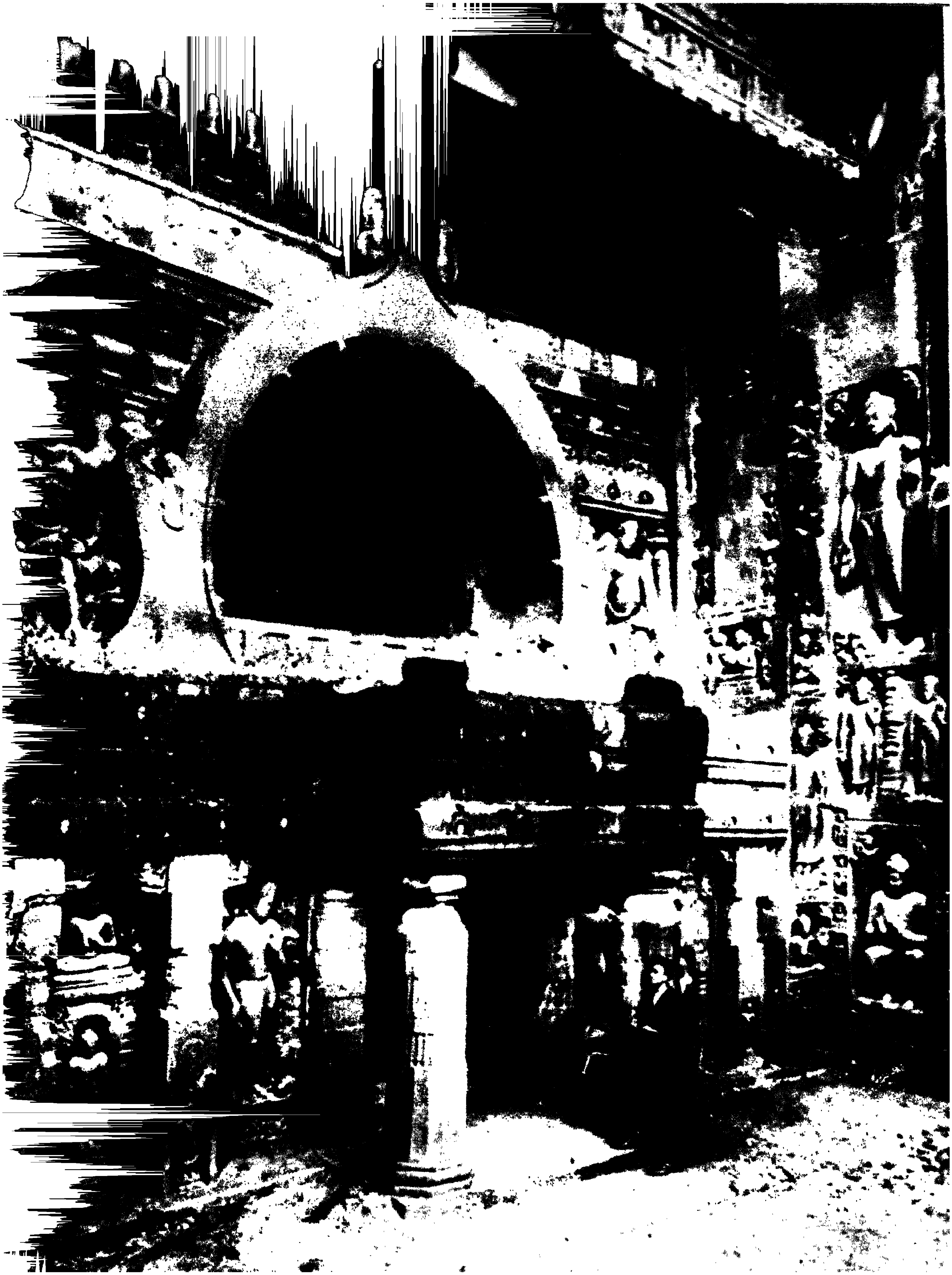
તવારીખના આ તબક્કામાં કેટલાક મેધાવી ગણિતશાસ્ત્રીઓ પાક્યા જેમાં સૌથી ચમકતું નામ તે આર્યભટ્ટ. પ્રથમ ભારતીય ઉપગ્રહનું નામકરણ આ ગણિતજ્ઞની સ્મૃતિમાં અપાયું છે. ઇસ્વીસનની પાંચમી સદીની આસપાસ થઈ ગયેલી આ વિજ્ઞાનીએ જે બીજગણિતના સિદ્ધાંતો આપ્યા એ ખૂબ નોંધપાત્ર છે. આર્યભટ્ટ πનું મૂલ્ય આ પ્રમાણે આપ્યું. 3-177/1250 અથવા 3. 1416. આજે πને અપાતા મૂલ્યની બહુ જ નજીકનું એ મૂલ્ય છે. આર્યભટ્ટે ગણિતની બીજી શાખાઓ પર પણ નજર નાખી હતી.. વર્ગમૂળ, ઘનમૂળ, ક્ષેત્રફળ, અને ઘનફળ નક્કી કરવાના નિયમો એમણે ઘડી આપ્યા. આર્યભટ્ટ જ્યા (sines)ની વિભાવનાથી પરિચિત હતા. ખગોળશાસ્ત્રમાં ગ્રહોની સ્થિતિની ગણતરી-પદ્ધતિ તેમણે વર્ણવી છે, સૂર્ય અને ચંદ્રગ્રહણનાં કારણો એ જાણતા હતા, અને એની આગાહી પણ કરી શકતા. પૃથ્વી પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે, અને પૃથ્વી તથા બીજા ગ્રહો સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે તે પણ એમણે શોધી કાઢયું હતું.



ગુપ્તકાળના સિક્કાઓ

બીજા ખગોળશાસ્ત્રી-ગણિતશાસ્ત્રી એમાં વરાહમિહિર, લતાદેવ અને બ્રહ્મગુપ્તે ખૂબ મહત્ત્વનાં પ્રદાનો કર્યાં છે. તેઓ ઝીણવટભર્યું પૃથક્કરણ કરી શકતા અને તેઓને આંકડાશાસ્ત્રની ઊંડી સમજ હતી. ગણિત, બીજગણિત અને ભૂમિતીમાં એમણે અભૂતપૂર્વ પ્રદાન કર્યું છે.

અજંતાની ગુફાઓ →



ઇતિહાસમાં સૌથી પહેલાં શૂન્યનો ઉપયોગ ભારતીય ગણિતશાસ્ત્રીઓએ કર્યો. આધુનિક ગણિતશાસ્ત્રમાં એ વિભાવનાનો વિકાસ થઈ એને શૂન્ય તરીકે મહત્ત્વનું સ્થાન મળ્યું છે. સામાન્ય રીતે અરબી આંકડા તરીકે જાણીતા આજના અંગ્રેજી આંકડાઓ ખરેખર તો ભારતની જ દેણ છે. સમ્રાટ અશોકના શિલાલેખોમાં એનો ઉપયોગ આરબોની તવારીખ કરતાં પહેલાં થયો છે. અલબત્ત પછીથી આ આંકડાઓ અને દશાંશ પદ્ધતિ ભારત પાસેથી લઈ આરબોએ આખા જગતને તેનો પરિચય કરાવ્યો. વાસ્તવમાં આરબો અને ચીની લોકો કરતાં પણ ઘણાં પહેલાં, આર્યભટ્ટે અને બ્રહ્મગુપ્તે આ દશાંશ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કર્યો હતો. વ્યવહારુ જ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં ભારતે જગતને આપેલા આ મહાન ઉપહારો છે.

એ સમયના સિક્કાઓ પરથી આપણને ગુપ્તરાજાઓ વિશેની ઘણી માહિતી મળે છે. સોનાના સુંદર સિક્કાઓ તે સમયની ઊંચા પ્રકારની તાંત્રિક કુશળતા સાબિત કરે છે. એ જમાનાના ધાતુવિજ્ઞાનીઓએ તાંબા અને લોઢાની સુંદર ચીજો પણ એવી હોશિયારીથી બનાવી છે કે એમના પર સદીઓના ઘસારાની કોઈ અસર દેખાતી નથી. આજે પણ સંગ્રહસ્થાનોમાં આ સિક્કાઓ જોવા મળે છે.

દિલ્હીના કુતુબ મિનાર નજીકનો લોખંડનો સ્તંભ





5

એ પછીનાં વર્ષોમાં પાંચથી છ સત્તા કેન્દ્રો ઊભાં થયાં અને ઘણાંય નાનાં-નાનાં રાજ્યો આગળ આવવા મથી રહ્યાં હતાં. આ અરસામાં મોટા ભાગનાં ક્ષેત્રોમાં ખાસ કંઇ પ્રગતિ થઈ નહીં. અલબત્ત ધર્મ અને સ્થાપત્ય-કલાના વિકાસના પરિણામે ખજુરાહો, ભુવનેશ્વર, કાંચીપુરમ અને તાંજાવુરનાં મંદિરો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. દસમી સદીની શરૂઆતમાં દેશ ઉપર આક્રમકોનાં ધાડાં ધસી આવ્યાં. તુર્કી સૈન્યો ગંગા નદીના મેદાનમાં અને વખત જતાં આખા યે ઉત્તર ભારતમાં પ્રભુત્વ જમાવીને બેઠાં.

આ યુગના શાસકો સુલતાનો તરીકે ઓળખાતા હતા. તેઓ યુદ્ધોમાં અને પ્રદેશો જીતવામાં એટલા મશગૂલ હતા કે દેશની સ્થાનિક પ્રણાલિઓમાં કાંઈ ફેરફાર કરવા તરફ એમણે ધ્યાન જ ન હોતું આપ્યું. ઉત્પાદન અને વેપારની જૂની રીતો ચાલુ રહી, અને નવી રાજસત્તાને મન જેની કિંમત હતી એવી ચીજવસ્તુઓનું ઉત્પાદન વિકસતું રહ્યું. ઉચ્ચ પ્રકારનાં સુતરાઉ કાપડ, તથા રેશમ અને ગરમ કપડાના ઉત્પાદનમાં સારી એવી પ્રગતિ સાધવામાં આવી. ગાલીચા, શેતરંજી, સોના અને ચાંદીના તારનું ભરતકામ, ગાદલાં અને રજાઈઓ, સમૃદ્ધ સમાજને છાજતી મોજશોખની વસ્તુઓ સમાજની વધતી જતી માંગણીઓને સંતોષવા માટે મોટા પ્રમાણમાં બનાવવામાં આવતી. ખાણ-ઉદ્યોગ વિકસતાં સોનું, ચાંદી, લોઢું, તાંબુ, સીસું, હીરા, અને ગંધક મોટા પાયા પર ખોદવામાં આવતાં.

ધાતુનું કામ કરનારાઓ સારા પ્રમાણમાં રોકાયેલા રહેતા અને કુશળ કારીગરો સારી જાતના લોઢા અને સ્ટીલમાંથી જાતજાતની વસ્તુઓ બનાવતા. તલવારો, જામગરીવાળી બંદૂકો, બખ્તરો, તોપો અને તોપના ગોળાઓ તેમજ ખેતીવાડીનાં ઓજારો અને ઘરના વપરાશનાં વાસણો પણ બનાવવામાં આવતાં. લોખંડના મોભ ઘરના બાંધકામમાં અને દરિયાના જહાજો બનાવવામાં વાપરવામાં આવતા.

સુલતાનોની સત્તા સ્થિર થતાં શાંતિ સ્થપાઈ, અને વિદ્વાનોનું કામ ફરીથી શરૂ થયું અને વિકસ્યું, ખાસ કરીને વૈદકશાસ્ત્ર, ખગોળશાસ્ત્ર અને ગણિતશાસ્ત્રના ક્ષેત્રમાં.

આ જમાનાના ઇતિહાસકારોએ શસ્ત્રક્રિયા કરતા જાણીતા તબીબો અને વૈદોનાં કેટલાંય નામોનો ઉલ્લેખ



ખજુરાહો મંદિર

કર્યો છે. એમાંના કેટલાક વિદ્વાનોએ તેમની પાસે જે જ્ઞાન હતું તેનું વર્ગીકરણ કર્યું, અને કેટલાક મહત્ત્વના ગ્રંથોની રચના થઈ. ચૌદમા સૈકાના સુલતાન મહમદ બિન-તુઘલકે તબીબી વિજ્ઞાનના સંગ્રહો અને પશુચિકિત્સાની માહિતીના ગ્રંથો તૈયાર કરાવ્યા.

ભુવનેશ્વરનું લિંગરાજ મંદિર →

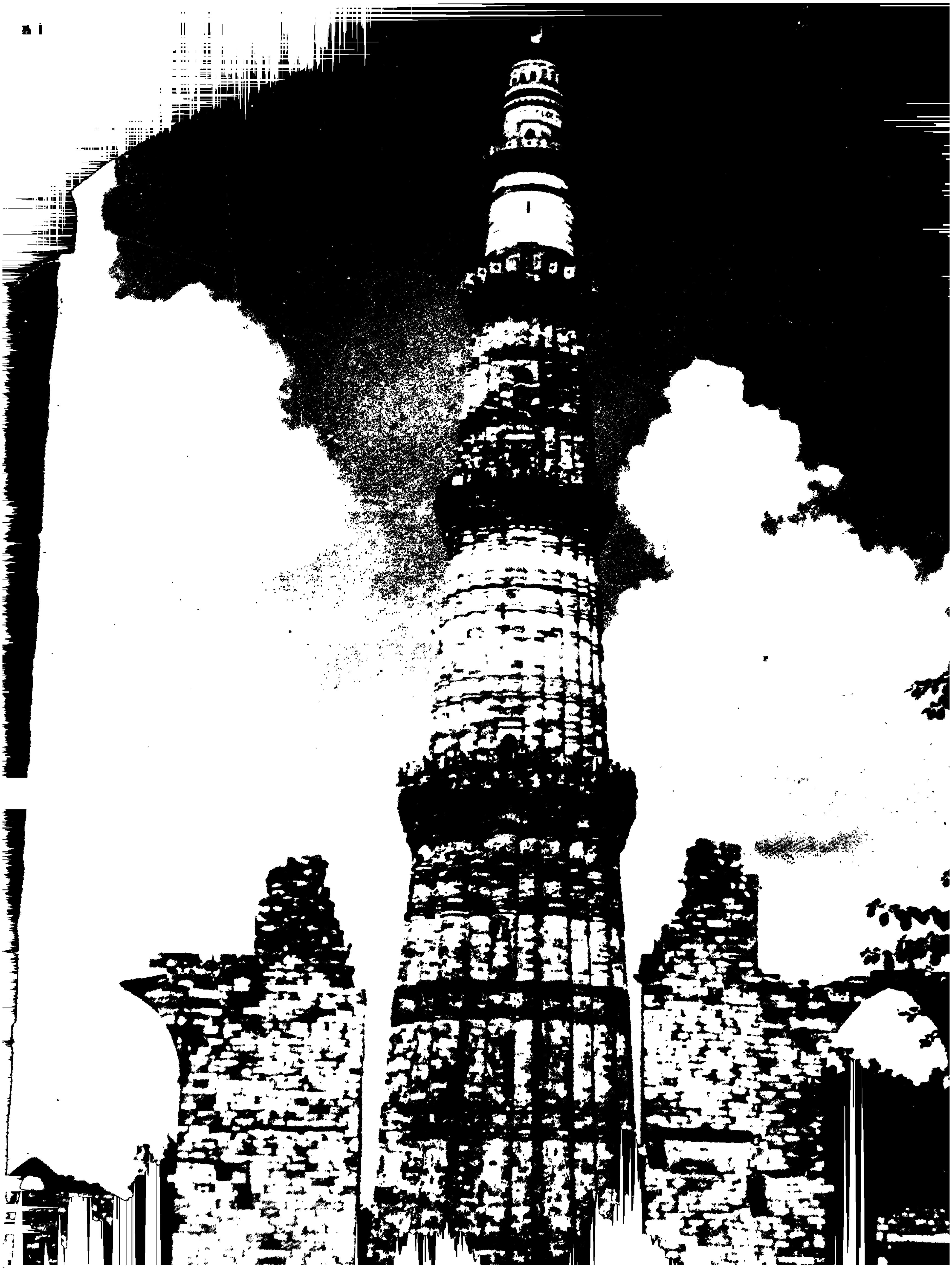


જો કે મધ્યકાલીન તબીબીશાસ્ત્રમાં સૌથી નોંધપાત્ર વાત તો માનવશરીર પરની શસ્ત્રક્રિયાની હતી. આ તબીબો જટિલ શસ્ત્રક્રિયા કરી શકતા, અને કૃત્રિમ અવયવો પણ બનાવી આપતા.

આ ગાળામાં ખગોળશાસ્ત્ર અને ગણિતનો અભ્યાસ પણ વધ્યો હતો. એ વખતનો સુવિખ્યાત ખગોળશાસ્ત્રી-ગણિતશાસ્ત્રી તે ભાસ્કર બીજો. ''અનિશ્ચિત પૃથક્કરણ''ના ક્ષેત્રમાં ભાસ્કર બીજાએ કરેલું કામ યુરોપના એ પ્રકારનાં સંશોધનો કરતાં ઘણું જ આગળ હતું. આંકડા-શાસ્ત્રના સિદ્ધાંતો વિકસાવવામાં પણ તેમણે પ્રદાન કર્યું છે. ભૂમિતિ, ગણિત અને બીજગણિતમાં તેઓ બહોળું જ્ઞાન ધરાવતા. ખૂણાઓની જ્યાની મદદથી ખગોળશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતો તેમણે વિકસાવ્યા, ભાસ્કર બીજાનો મહત્ત્વનો ગ્રંથ તે 'લીલાવતી'. ગણિત અને બીજ

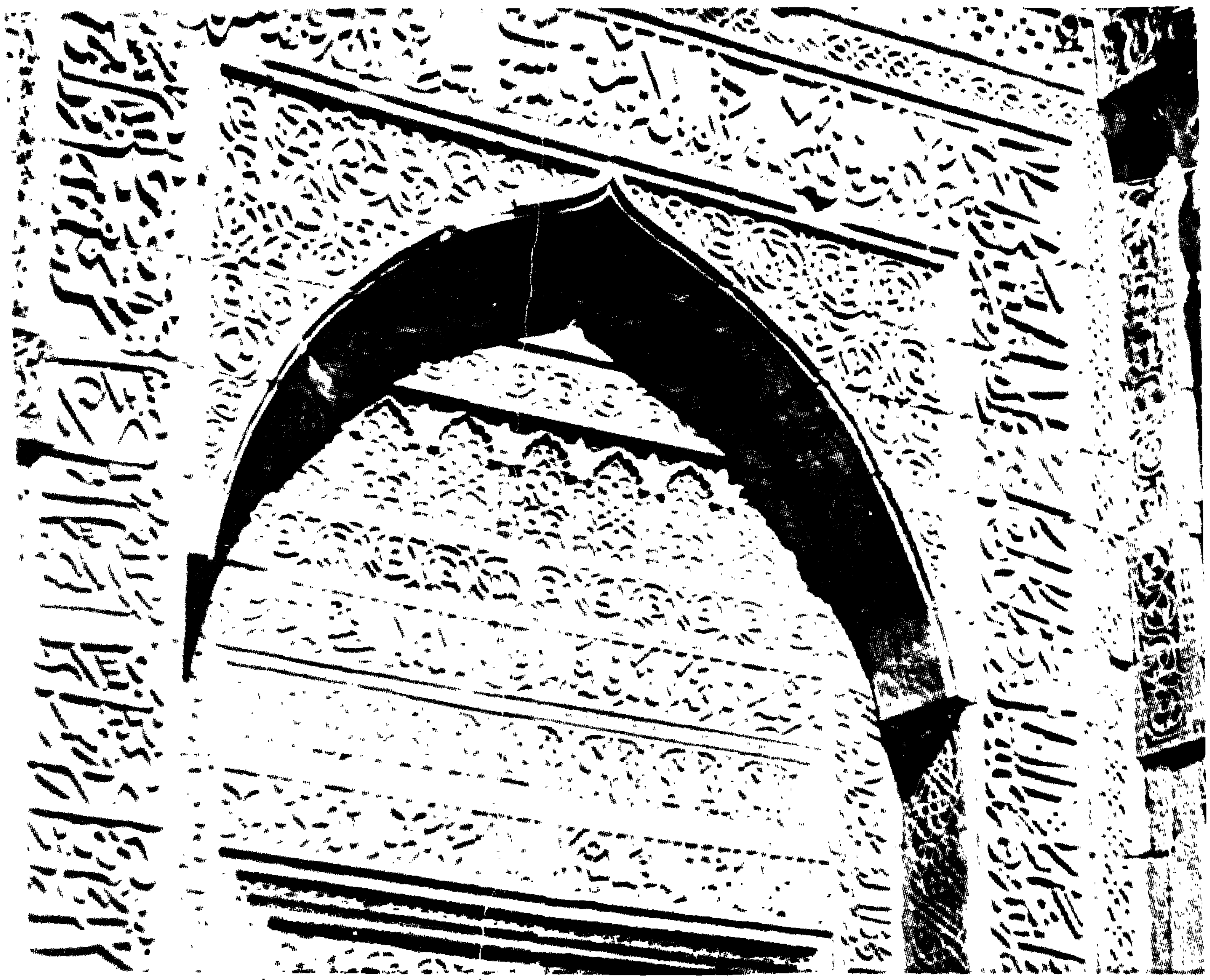
કુતુબ મિનાર →

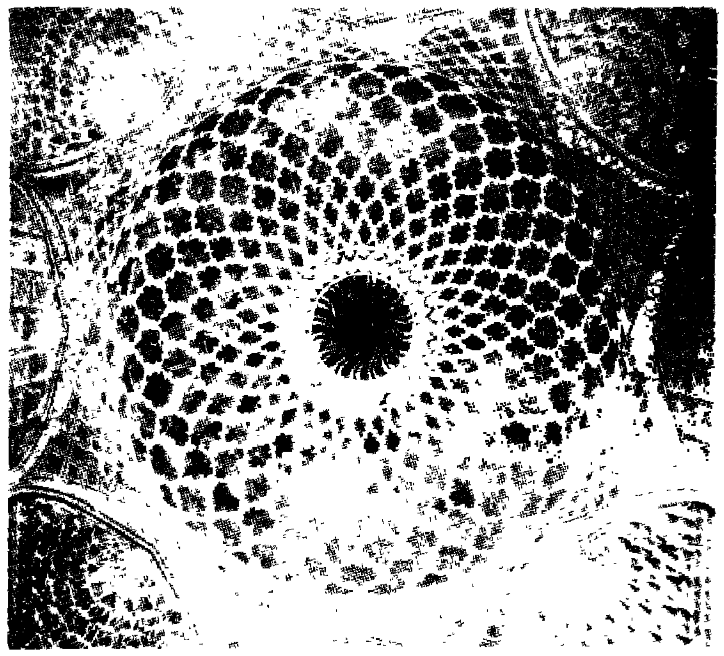




ગણિત જેવા બે ભાગોમાં વહેંચાયેલો આ આખો ગ્રંથ પદ્યમાં રચાયેલો છે. એનો ફારસી ભાષામાં અનુવાદ થયો હતો, અને અનેક વિદ્વાનોએ એનો ઉપયોગ કર્યો હતો. બીજા એક ગણિતશાસ્ત્રી નારાયણે 'જાદુઇ ચોરસો'ના ઉપયોગથી નામના મેળવી હતી.

હલકી ધાતુઓમાંથી સોનું બનાવવાના કીમિયા આ ગાળા દરમ્યાન વિકસ્યા હતા, અને કેટલાય પાડોશી દેશોમાં એનો પ્રસાર થયો હતો.





6

મોગલો આવ્યા ત્યારે પણ વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યામાં સંશોધન અને વિકાસ ચાલુ રહ્યાં. ભૂમિતિના ક્ષેત્રમાં મીર મહમદ હાસિમ અને મૌલવી મહમદ બરકતે વિદ્વત્તાભર્યા ગ્રંથો લખ્યા.

ખગોળશાસ્ત્રનો અભ્યાસ ખાસ મહત્ત્વનો ગણાતો હતો, કારણ કે ચોક્કસ સમયની ગણતરીમાં અને ગ્રહણ જેવી ખગોળશાસ્ત્રીય ઘટનાઓની આગહી કરવામાં એ ઉપયોગી થતો. દિલ્હીના સુલ્તાનો અને ત્યાર બાદના મોગલ સમ્રાટોના શાસન દરમ્યાન વેધશાળાઓ બાંધવામાં આવી હતી. જો કે એમાં સૌથી મહાન સિદ્ધિ તો જયપુર શહેરના સ્થાપક સવાઈ જયસિંહે જ હાંસલ કરી. વારાણસીમાં વેધશાળાઓ બંધાવી અને એમાં ઈંટ-પથ્થરનાં બાંધકામો કરાવી એનો નિરીક્ષણના ઉપકરણ તરીકે ઉપયોગ કરી બતાવ્યો. સામાન્ય રીતે ધાતુના બનતાં સાધનોને બદલે એણે ઈંટ ચૂનાનાં મોટાં બાંધકામો કરાવ્યાં કારણ કે ચોક્કસ પ્રકારનાં નિરીક્ષણો માટે ધાતુનાં સાધનો ખૂબ નાનાં પડે, એવું એ માનતો હતો.

સમયની ચોક્કસ ગણતરી માટે સવાઈ જયસિંહને ઝીણવટભર્યાં સાધનોમાં ભારે રસ હતો, અને તેથી એ જમાનામાં ઉપયોગમાં લેવાતી રેતીની કલાકશીશી, સૂર્યનું છાયાયંત્ર વગેરે પદ્ધતિઓ, તથા પંચાગોનો તેણે અભ્યાસ કર્યો. આ બધાંનાં તારણો આકાશના તારાઓ અને ગ્રહોની સ્થિતિઓ સાથે એ સરખાવી જોતો. વધારાની માહિતી એકઠી કરવા એણે વિવિધ ગ્રંથોનો સંસ્કૃતમાં અનુવાદ કરાવ્યો અને અનેક વિદ્વાનો તથા ખગોળશાસ્ત્રીઓને પોતાના રાજદરબારમાં આવવાનું નિમંત્રણ આપ્યું. સવાઈ જયસિંહે આ બધી જ્ઞાનમાહિતીને આધારે પોતાનાં નિરીક્ષણોના કોઠા-કોષ્ટકો તૈયાર કર્યાં અને એનો 'ઝીજ-ઇ-જાદિદ-મુહમ્મદ શાહી' નામના ખગોળશાસ્ત્રના ગ્રંથમાં સમાવેશ કર્યો.

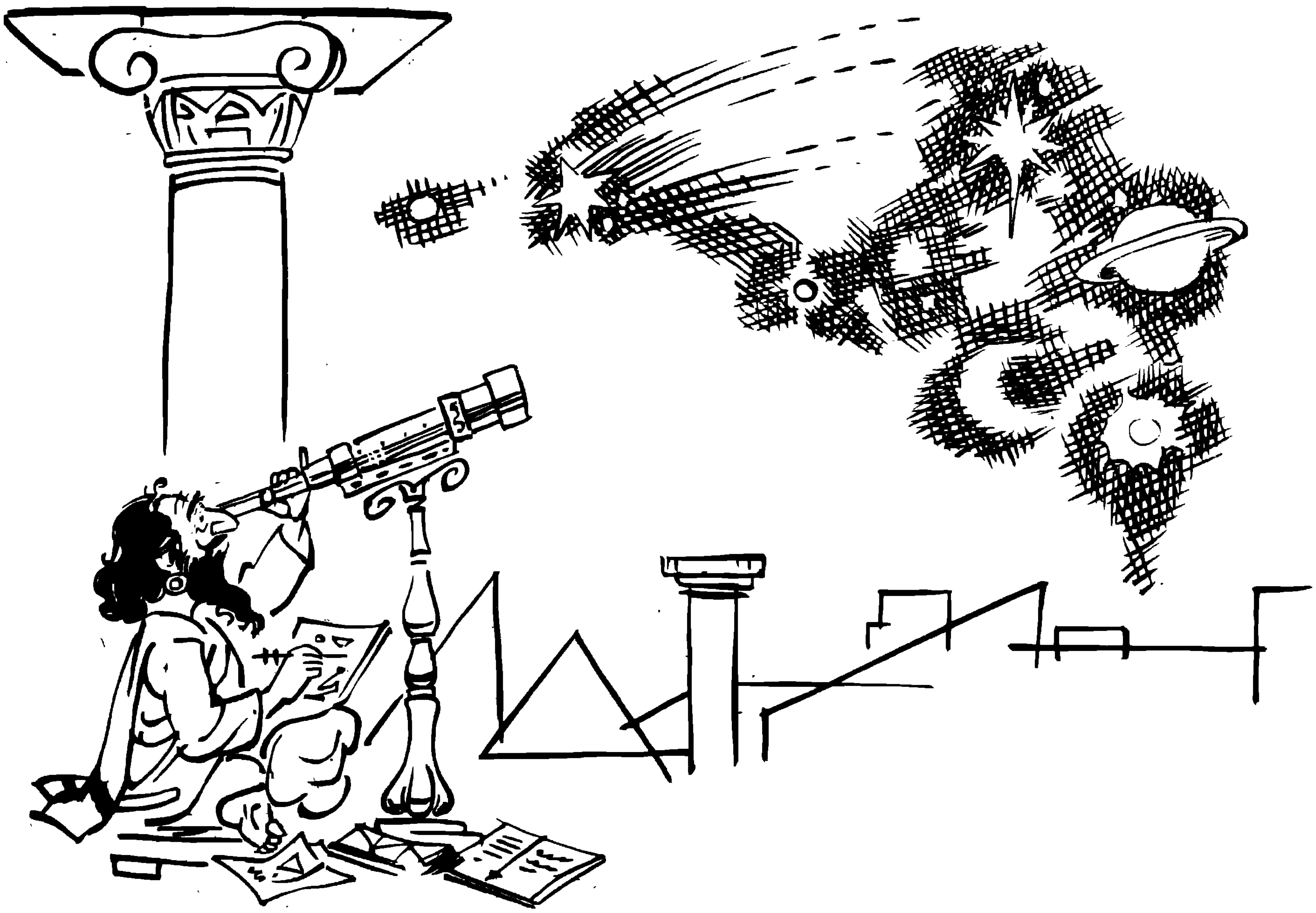
આ ક્ષેત્રમાં બીજા પણ કેટલાક ખગોળશાસ્ત્રીઓએ અમૂલ્ય ફાળો આપ્યો. એમાંના એક તે મુલ્લા ફરીદ મનાજમ—જેમણે શાહજહાંના શાસનકાળ દરમ્યાન તારાઓની ગતિવિધિનો આલેખ (ચાર્ટ) તૈયાર કર્યો હતો.

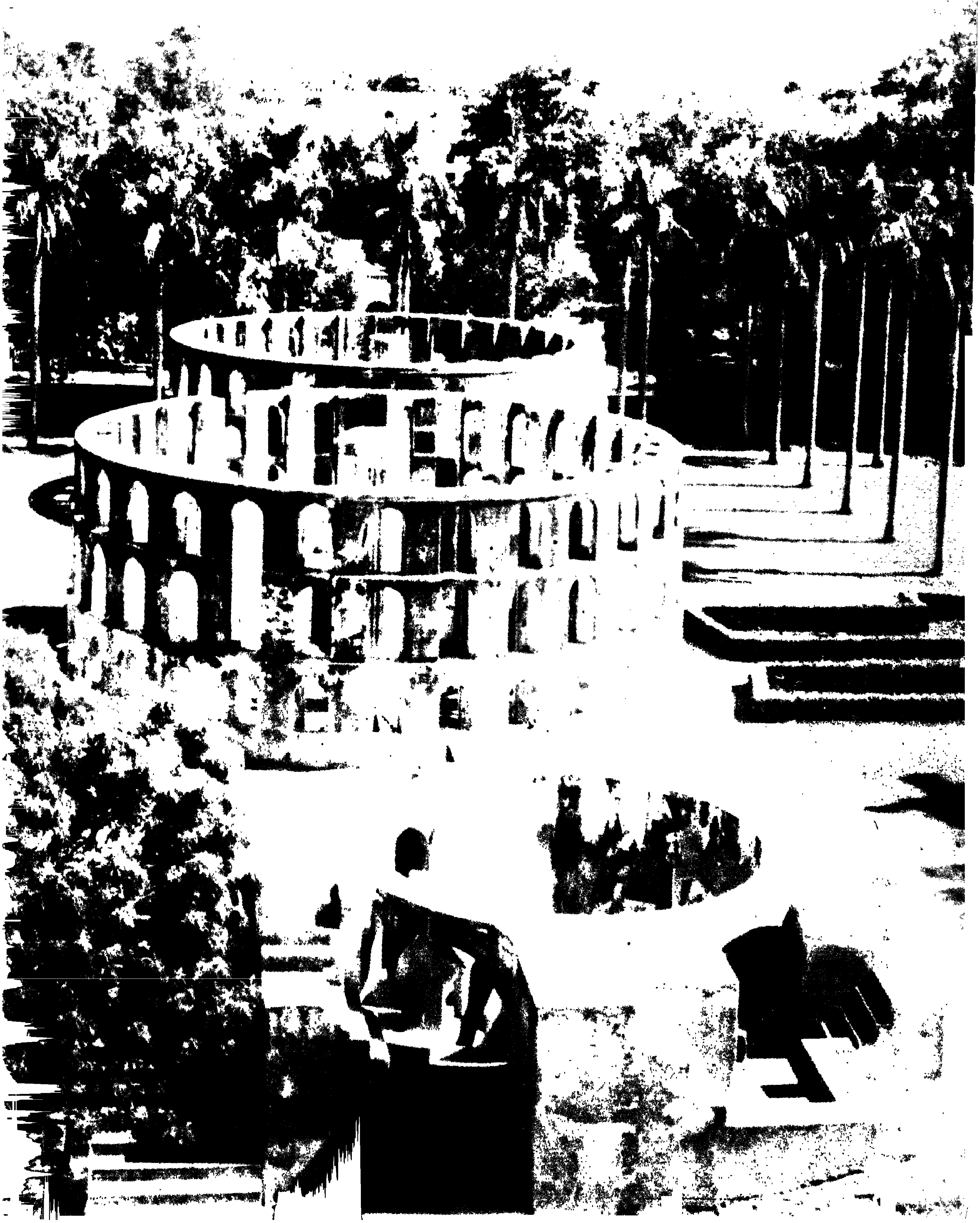
આ મોગલકાળમા તાંબાનાં વાસણોને કલઈ કરવાનુ કામ પ્રચલિત થયું અને સુશોભનની ચીજ વસ્તુઓ માટે સીસાની મિશ્ર ધાતુ 'બિદરી'નો ઉપયોગ થવા માંડયો. સફેદ અને રંગીન મીનાકામ પણ આ જ સમય દરમ્યાન વિકસ્યું હતું.

યુરોપમાં ઘણા વખત સુધી જે ધાતુ વિષે લોકોને કંઈ પણ ખ્યાલ ન હતો, તે જસતનો ઉપયોગ ભારતમાં એક સામાન્ય વાત હતી!

મોગલ શાસનના પાછલા દિવસોમાં જહાજ બાંધકામ અગત્યના ઉદ્યોગ તરીકે વિકસ્યું; ભારતનાં જહાજો વેપારવણજ માટે દેશના એક બંદરથી બીજે બંદરે, અને સમુદ્રની પાર પણ સફર ખેડવા માંડયાં.

જયસિંહનાં ખગોળશાસ્રીય સાધનો-જંતરમંતર →

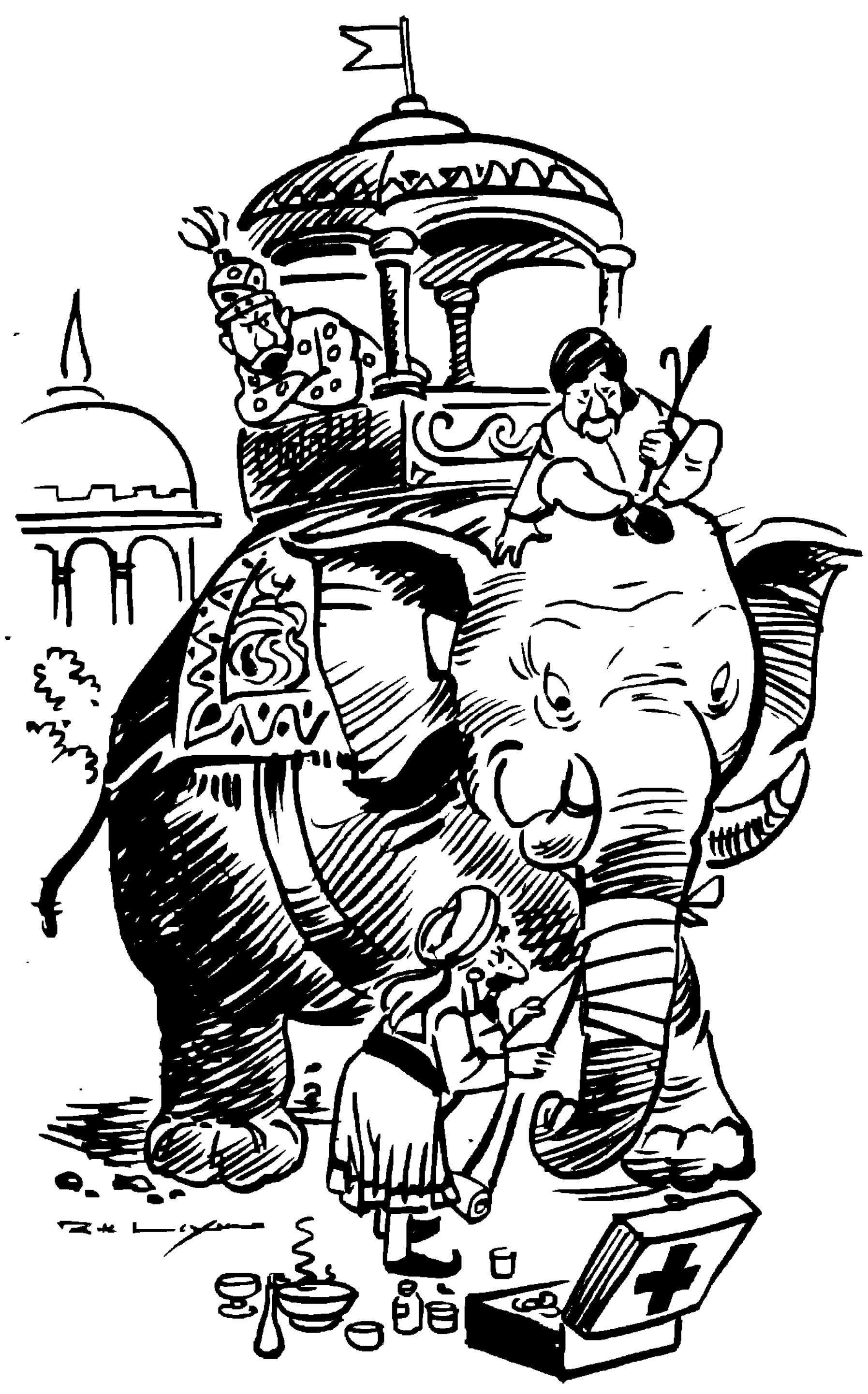


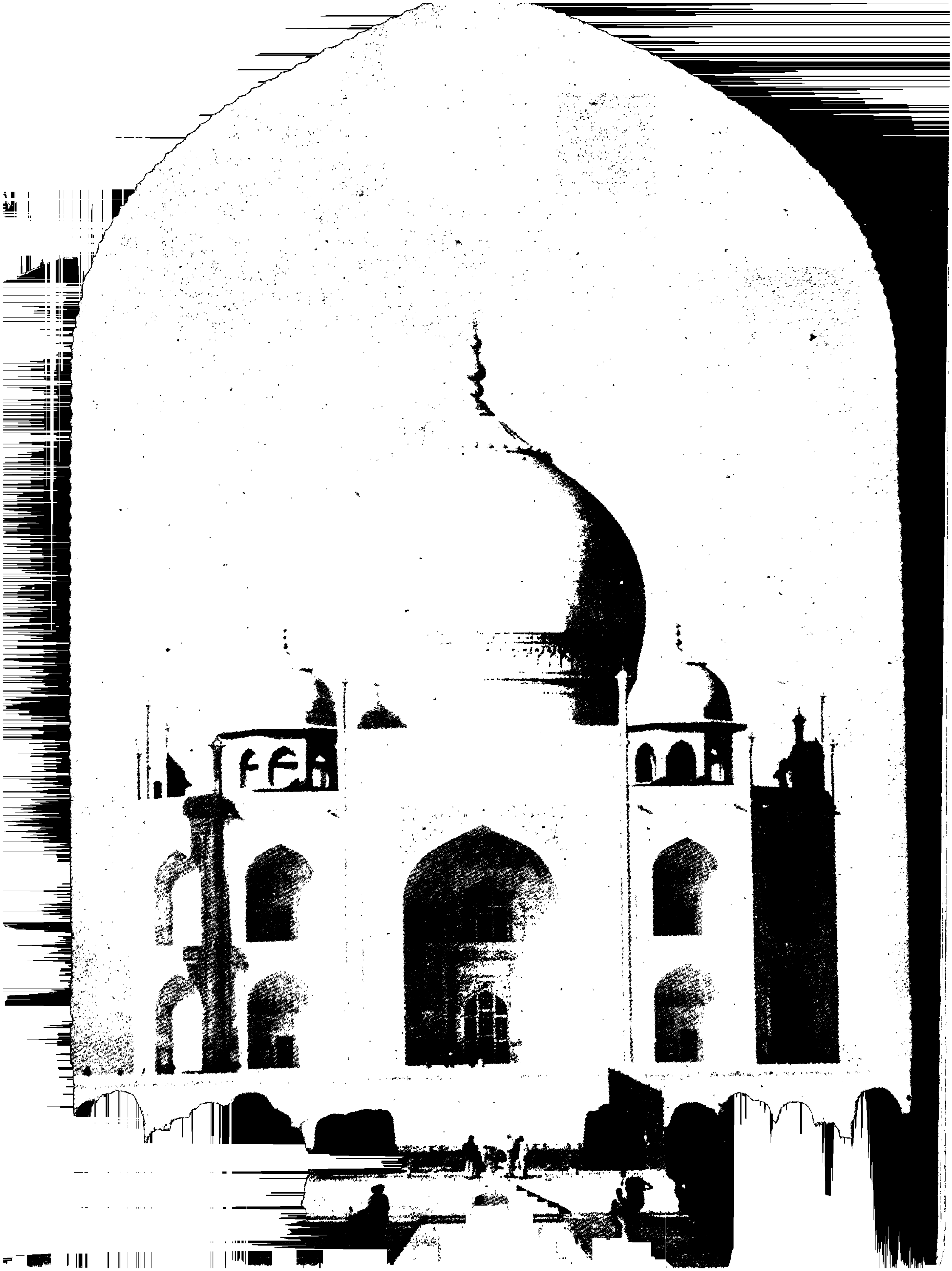


તબીબી વિજ્ઞાનમાં ઘણાં ક્ષેત્રો સાંકળી લેવામાં આવ્યાં હતાં. એ સમયના ગ્રંથોમાં વિસ્તૃત અને વિશેષ પ્રકારનાં જ્ઞાનનો ઉલ્લેખ છે. વાહનવ્યવહારના સાધન તરીકે અને લડાઈમાં પશુઓ ખૂબ અગત્ય ભોગવતાં હોવાથી પશુઓની માંદગી તરફ તબીબો વધુ ધ્યાન આપે એમાં નવાઈ નથી. બાદશાહ અકબરના શાસન વખતે તો ખાસ હાથીઓના ડોકટરનો ઉલ્લેખ છે.

એ સમયનાં કેટલાંય પુસ્તકો પરથી જાણવા મળે છે કે સમતોલ આહાર ઉપર ખાસ ભાર મૂકવામાં આવતો હતો. સાથોસાથ મુરબ્બા અને શરબત જેવાં પીણાં બગડે નહીં તે માટે તેને કાળજીપૂર્વક બનાવવાની રીતો પણ નોંધાયેલી છે. ઔષધીય વનસ્પતિઓના વર્ગીકરણનું જ્ઞાન અને તેના ઉપયોગ પણ આ યુગનું પ્રદાન છે. મોગલ સમ્રાટો ઉદાર દિલે કલાને આશ્રય આપતા. રાજદરબારના કલાકારો મનોહર લઘુચિત્રો બનાવતા. તે ઉપરાંત શિલ્પસ્થાપત્યનો પણ મૌલિક અને અત્યંત સુંદર આકારોમાં વિકાસ થયો. પ્રણાલિગત ભારતીય સુશોભનોનો

તાજમહાલ





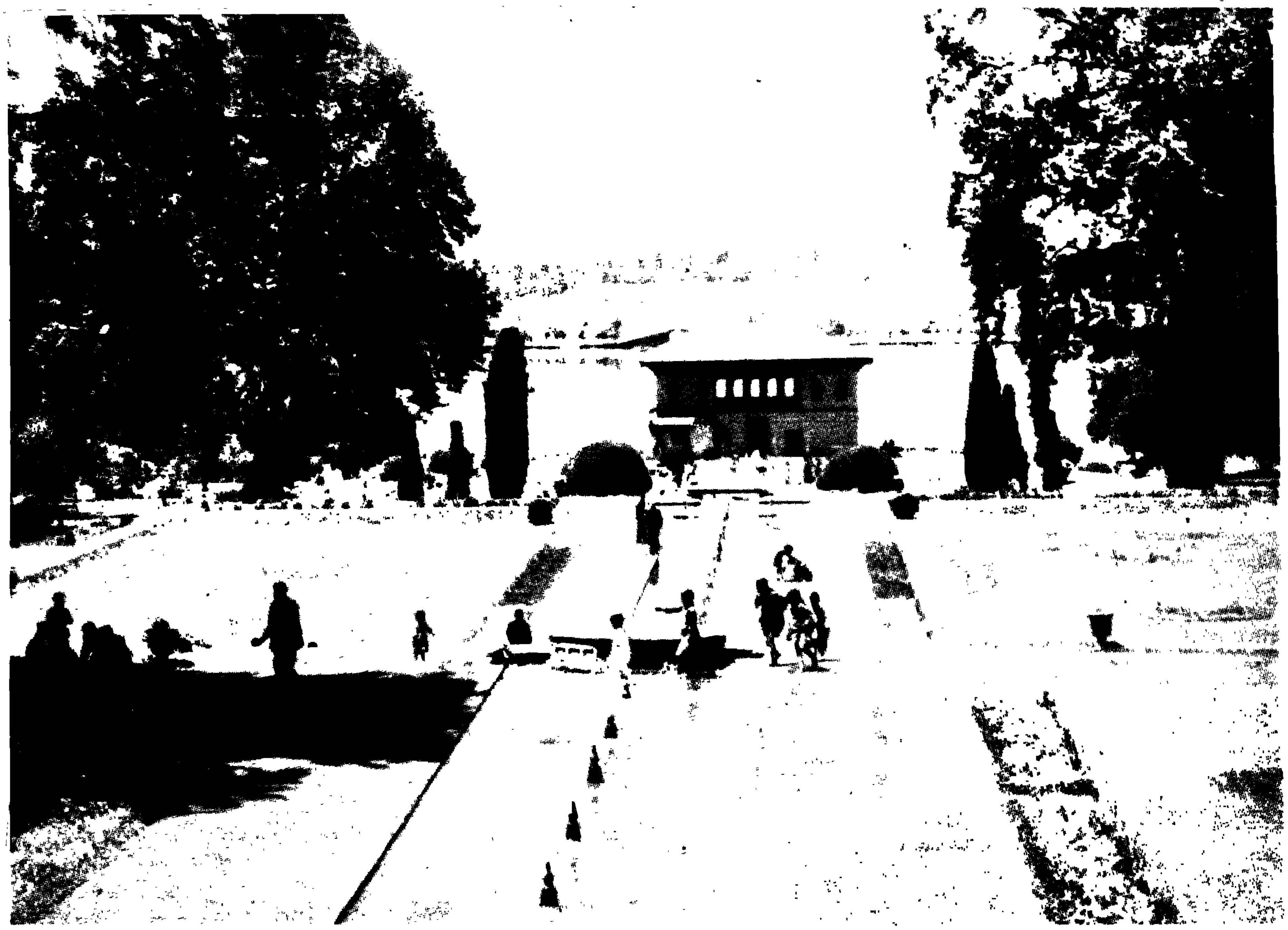
ઘુમ્મટ અને કમાનમાં ઉપયોગ કરીને મોગલ સ્થપતિઓએ એને નવું સ્વરૂપ આપ્યું. સ્થાપત્યની મોગલ પ્રણાલિમાં ભારતીય અને ઇરાની કલાનું મિશ્રણ થઈને મનભાવક અનોખી શૈલી સર્જાઇ. આવા સંમિશ્રણના પરિણામે બંધાયેલી ભવ્ય ઇમારતો આજે પણ દર્શકોને આશ્ચર્યચકિત કરી રહી છે. સંપૂર્ણ સૌન્દર્યના પ્રતીકસમો તાજમહાલ એ બાબત પુરવાર કરે છે. શાહજહાંએ બંધાવેલ આ મકબરો ત્યારે અને આજે પણ જગતનાં આશ્ચર્યોમાંનો એક છે. અકબરના નગર ફતેહપુરસિકરીમાં બાંધવામાં આવેલી બીજી મોગલ ઇમારતો એના સ્થપતિઓની કલાકારીગરી અને પથ્થરમાં કવિતા સર્જવાની એમની શક્તિનાં ઉદાહરણો છે. પથ્થર અને આરસપહાણ પર સુશોભિત કોતરણીકામ યંત્ર અને કલાનાં ઉચ્ચ શિખરો સર કરી જાય છે.

રળિયામણા બાગ-બગીચાઓની રચના કરવા માટે પણ મોગલ સમ્રાટો કલાકારોને ખાસ રોકતા. આ બગીચાઓમાં અનેક રીતે અને રૂપે પાણીનો ઉપયોગ થતો.

પાણીનાં ઝરણાં અને ફુવારાઓ, ધોધ અને સરોવરો એ બગીચાઓમાં ચતુરાઇપૂર્વક વણી લેવામાં આવતાં. આ જાતની રચના ઇજનેરી જ્ઞાન અને આવડતની સાબિતી આપે છે. મોગલો પોતાનાં મહાલયોમાં પણ પાણીનો વિશેષ ઉપયોગ કરતા. ઓરડાઓની આજુબાજુ અને આરપાર પાણીની નીકો બાંધવામાં આવતી, અને એ રીતે

વૈજ્ઞાનિક ઢબની ચોકસાઈનો નમૂનો—મોગલ-જરઝવેરાત →

વૈજ્ઞાનિક રીતે તૈયાર થયેલ મોગલ બગીચો



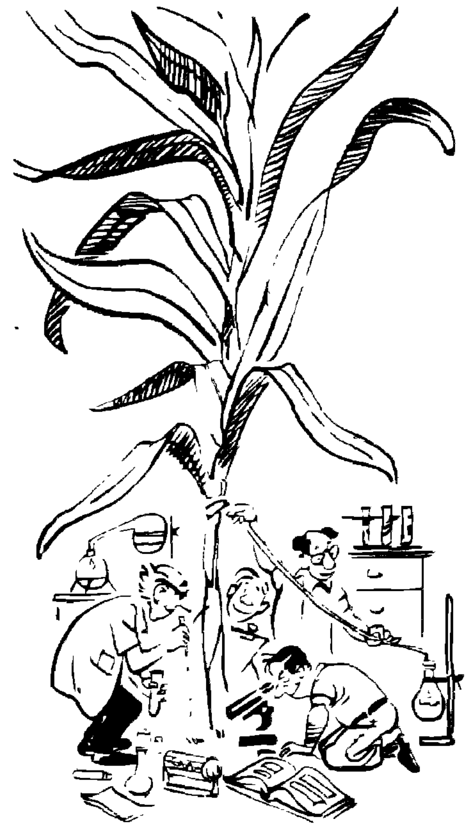


ભારતના આકરા ઉનાળા દરમ્યાન તેઓ ઠંડક મેળવતા. મહાલયોમાં સ્નાનગૃહોની રચના એવી રીતે કરવામાં આવતી કે સમ્રાટ જ્યારે ઇચ્છે ત્યારે ઠંડું કે ગરમ પાણી મળી શકે.

ભારતનાં જર ઝવેરાત અને ઘરેણાં જગતભરમાં વિખ્યાત છે. ભારતના સોનીઓની કુશળતા મહાન મોગલ બાદશાહોના સમયમાં ખૂબ પાંગરી. સમ્રાટો પોતે પણ અનેક પ્રકારનાં ઘરેણાં પહેરતાં.

ઇતિહાસના આ તબક્કા દરમ્યાન પ્રકૃતિસૌન્દર્ય અને પશુઓમાં પણ રસ લેવામાં આવ્યો જણાય છે. ખાસ કરીને સમ્રાટ જહાંગીરના રાજ્યકાળ દરમ્યાન દરબારી ચિત્રકારોએ પશુપંખીઓ, ફૂલો, અને બીજી નૈસર્ગિક વસ્તુઓનાં સુરેખ માહિતીપૂર્ણ ચિત્રો જગતને ભેટ ધર્યાં છે.





7

ભારત ઉપર અંગ્રેજી રાજ્યનું પ્રભુત્વ શરૂ થયું એ પછી પણ ભારતીય વનસ્પતિ અને પશુસંપત્તિનું વર્ગીકરણ ચાલુ રહ્યું, પરંતુ બીજાં ક્ષેત્રોમાંની વિદ્વત્તામાં ઓટ આવવા માંડી. જ્ઞાનને રાજ્યનો આશ્રય મળતો બંધ થઈ ગયો. મૌલિક સંશોધન અને અભ્યાસનાં વળતાં પાણી શરૂ થયાં.

વૈજ્ઞાનિક અને યંત્રવિદ્યાકીય ક્ષેત્રો આ ગાળામાં શૂન્યતા વ્યાપી હોવા છતાં, થોડી મેધાવી વ્યક્તિઓએ સંજોગો સામે માથું ઊંચકી જ્ઞાનમાહિતીના વિકાસમાં પ્રદાન કર્યું. જગદીશચંદ્ર બોઝે સાધન અને સંપત્તિનો અભાવ હોવા છતાં સંશોધનો ચાલુ રાખ્યાં, અને પરિણામે 'શોર્ટરેડિયોવેવ' ઉત્પન્ન કર્યાં. 'ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવ' અંગેના એમના પ્રયોગો માર્કોનીના પ્રયોગો પહેલા થયાનું નોંધાયું છે. વનસ્પતિ અને એના વિકાસ ઉપર હવા, દવા, ખોરાક અને ઊંઘની અસરોના નિરીક્ષણમાં તેમણે ખૂબ મહત્ત્વની શોધખોળ કરી અને આ બધા પ્રયોગો માટે એમણે પોતે જ અસરકારક સાધનો વિકસાવ્યાં.

એમના જેવા બીજા મેધાવી વિજ્ઞાની હતા સી.વી. રામન જેમણે પ્રકાશના ગુણધર્મો વિષે ઊંડાણમાં જઈને આકાશ અને સમુદ્રના રંગોની સમજૂતી આપી. સી.વી. રામનના સંશોધનના પરિણામે ઇ.સ. 1930માં એમને નોબેલ પારિતોષિક એનાયત થયું હતું. ગણિતના સિદ્ધાંતોના ક્ષેત્રમાં સંશોધન કરવા બદલ એસ. રામાનુજમ્ જગતભરમાં બહુમાન પામ્યા. આ બધા પ્રતિષ્ઠિત વિજ્ઞાનીઓમાં એક વનસ્પતિશાસ્ત્રી અને ભૂસ્તરશાસ્ત્રી બિરબલ સાહની પણ છે, જેમણે પ્રાચીન વનસ્પતિશાસ્ત્ર એટલે કે પુરાણા છોડોના અવશેષોનો તલસ્પર્શી અભ્યાસ કર્યો. કોલસો અને ખનીજ તેલ જેવી ભૂસંપત્તિ શોધવામાં એ ખૂબ ઉપયોગી ગણાય છે.

આ બધા અને એમના જેવા બીજા કેટલાક વિદ્વાન વૈજ્ઞાનિકો અપવાદ રૂપ હતા. બ્રિટનના રાજકર્તાઓનો ભારત અંગેનો રસ વેપાર અને પોતાની સત્તા ટકાવી રાખવા પૂરતો જ મર્યાદિત હતો. કારખાનાઓ માટે કામદારો અને રસ્તાઓ અને રેલ્વે બાંધવા માટેના મજૂરો તેમને વધારે ખપના હતા. અંગ્રેજ સામ્રાજ્યના દૂર દૂરના વિસ્તારો

પર વહીવટી અંકુશ મજબૂત કરવા અને વેપારવણજની સવલતો વધારવા માટે આ બધું અંગ્રેજોને ખાસ ઉપયોગનું હતું. જ્યાં કંઇ નિર્ણય શક્તિની જરૂર હોય કે નવો વિચાર અમલમાં મૂકવાનો હોય, એવાં બધાં કાર્યો માત્ર યુરોપિયનોને જ આપવામાં આવતા. બ્રિટનનું હિત જળવાય એવાં કારખાનાંમાં અને મિલોમાં ધન-સંપત્તિ રેડવામાં આવતી. બ્રિટનના પોતાના ઉદ્યોગો માટે ભારતે કાચો માલ પૂરો પાડવાનો અને તૈયાર માલ વેચવાની બજાર તરીકેનો મર્યાદિત ભાગ ભજવવાનો અને તેથી જેમાં બ્રિટનના ઉદ્યોગોનો વિકાસ થાય એવાં વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યાનાં ક્ષેત્રોને જ પ્રોત્સાહન આપવામાં આવતું.

ખેતીવાડીનાં ક્ષેત્રે બ્રિટનનાં બજારોની જરૂર મુજબ કપાસ, શણ, શેરડી, તમાકુ, ગળી, ચા, કોફી, નાળિયેર, કપાસિયા જેવા ખાસ પ્રકારના પાકનાં સંશોધનો ઉપર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવામાં આવતું.

તબીબી ક્ષેત્રે કૉલેરા, મેલેરિયા અને પ્લેગ જેવા ઉષ્ણકટિબંધના રોગોનાં કારણો અને મારણ શોધી કાઢવા ઉપર વિશેષ ભાર મૂકવામાં આવ્યો હતો કારણકે આ બધા રોગોમાં જ બ્રિટનના સૈનિકો અને વહીવટી લોકોનો મોટા પ્રમાણમાં ભોગ લેવાતો હતો.





જગદીશ ચંદ્ર બોઝ

સી.વી. રામન



દેશની સંશોધન પ્રવૃત્તિ અને વિદ્વત્તાને ભાગ્યે જ પ્રોત્સાહન મળતું, કે નાણાં ફાળવવામાં આવતાં. ભારતીય સાધન સંપત્તિના વર્ગીકરણનું કામ બ્રિટનના એવા જ વિદ્વાનો કરી શકતા જેમને એવા કામમાં ફાળવવા માટે પોતાના સમય અને નાણાં ઉપલબ્ધ હોય.

આ રીતે, જે કંઈ યંત્રવિદ્યાકીય પ્રગતિ થઈ, દા. ત ઉત્પાદનનાં સાધનોના આધુનિકીકરણ, મિલ અને કારખાનાંઓ, ચા અને કોફીના બગીચાઓની સ્થાપના કે અદ્યતન બેંક વ્યવહારની વ્યવસ્થા, એ બધું બ્રિટિશ સામ્રાજ્યની વ્યવહારુ જરૂરતો સંતોષવા જ કરવામાં આવ્યું હતું.

અને તે છતાંય અંગ્રેજોએ ભારતમાં ઈજનેરી, ખેતીવાડી, વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને તબીબી વિજ્ઞાનનાં ક્ષેત્રોમાં કેટલીક અગત્યની વૈજ્ઞાનિક અને યંત્રવિદ્યાકીય પ્રગતિમાં ફાળો આપ્યો છે. બ્રિટનના મહાન વૈજ્ઞાનિકો અને તંત્રજ્ઞોએ ભારે જહેમત ઉઠાવી ભારતને નિષ્ઠા, તટસ્થતા, ચોકસાઈ અને એક મજબૂત માળખાનો સમૃદ્ધ વારસો આપ્યો. ભારતીઓએ પોતાની પરંપરાગત પ્રણાલી મુજબ એને આગળ ધપાવીને સ્વતંત્ર ભારતની આવશ્યકતા અનુસાર એનો વિકાસ કર્યો.





8

1947માં ભારત આઝાદ થયું ત્યારે એ આર્થિક રીતે પશ્ચિમના દેશો ઉપર નિર્ભર હતું. ભારતની કાપડમિલોમાં પુષ્કળ કાપડ બનતું હતું. ચા અને કોફી જેવી ચીજોની જગતભરમાં ખૂબ માંગ હતી, પરંતુ સાબુ અને યંત્રો, વાહનો અને ડબ્બાબંધ ખોરાક જેવી ચીજ વસ્તુઓ પણ પરદેશથી આયાત કરવી પડતી. પશ્ચિમના ઇજનેરો, સ્થપતિઓ અને નગરઆયોજકો વિના ભારતને ચાલતું ન હતું. દેશની શિક્ષણપદ્ધતિનાં મૂળિયાં વિદેશી વાતાવરણમાં હતાં. સંદેશવ્યવહારનાં સાધનો અને વેપાર વણજ ભૂતપૂર્વ રાજકર્તાઓને જ ફાયદો થાય એ રીતે વિકસેલાં હતાં.

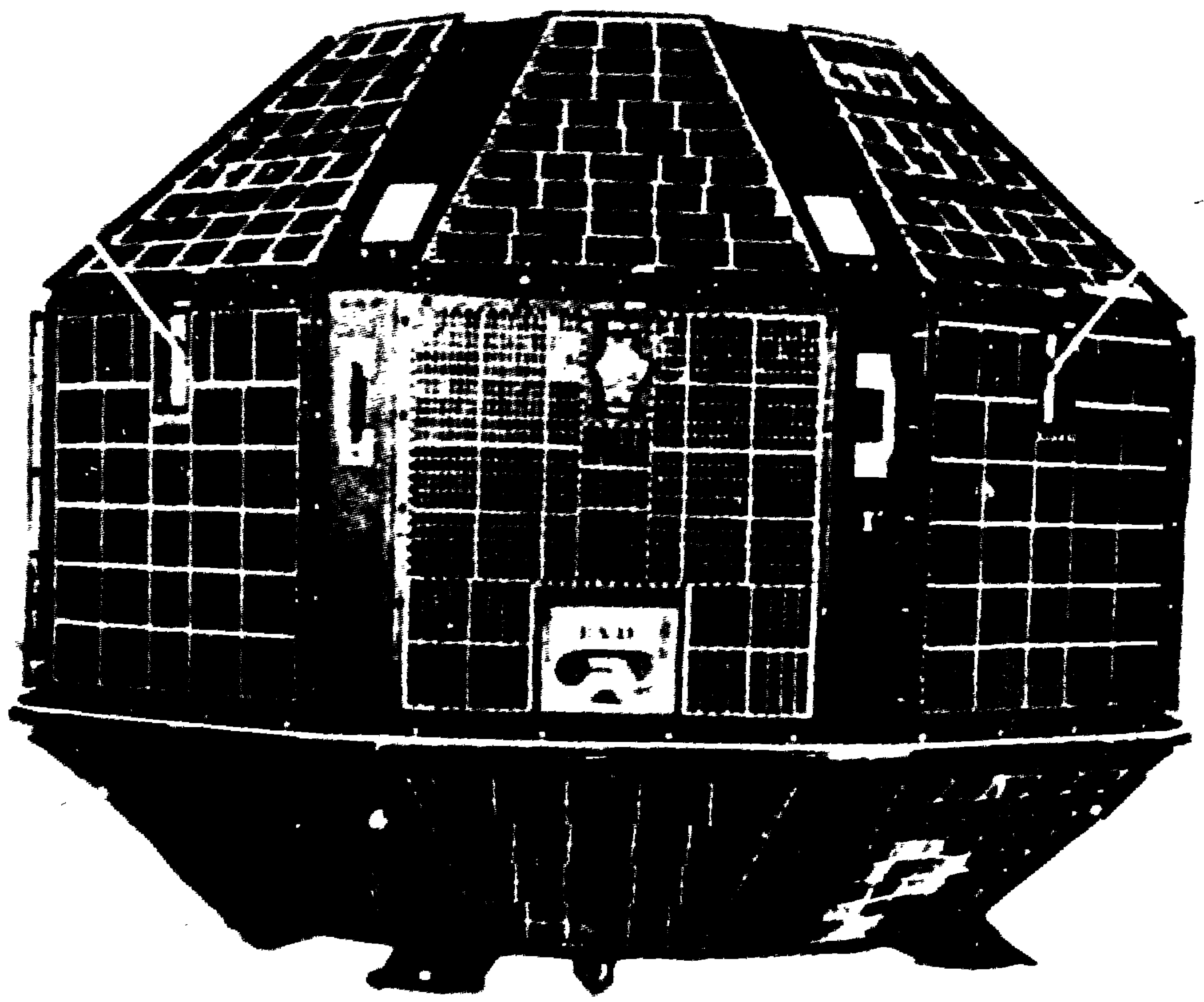
અને આમ સ્વતંત્ર ભારતની સરકારને માથે દેશના સમગ્ર આર્થિક-તંત્રનું ફરીથી આયોજન કરવાનું ભગીરથ કાર્ય આવી પડયું હતું. દેશની જરૂરતો અને પરિસ્થિતિ સાથે સુસંગત હોય એવાં નવાં નવાં વૈજ્ઞાનિક, શૈક્ષણિક અને યંત્રવિદ્યાકીય સંશોધનોને પ્રોત્સાહન મળે એવી સંસ્થાઓ તુરત જ સ્થાપવામાં આવી. દેશના વિકાસમાં પ્રદાન કરી શકે એવાં ક્ષેત્રોમાં ભારતના લોકોને તૈયાર કરવાનો પડકાર પણ દેશની સામે હતો.

વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યા પર હવે જે ભાર મૂકવામાં આવી રહ્યો હતો એ તો એ હકીકત ઉપરથી સ્પષ્ટ થઈ શકે કે સ્વતંત્ર ભારતની પ્રથમ સરકારે વિજ્ઞાન અને પ્રાકૃતિક સાધન સંપત્તિના ખાતાની રચના કરી, અને એની જવાબદારી વડાપ્રધાન પંડિત જવાહરલાલ નહેરુએ ખુદ સંભાળી.

દેશમાં વિકાસની અપાર શકયતા તો હતી જ, એમાં આ પ્રેરક બળ ઉમેરતાં ચાલીસ વર્ષોના આ ગાળામાં વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યાના નજજ્ઞોની સંખ્યામાં ભારત હવે જગતમાં ત્રીજે નંબરે આવે છે. એક વખત જે મોટે ભાગે કાચા માલની નિકાસ કરતો દેશ હતો, તે હવે ઔદ્યોગિક અર્થતંત્રમાં જગતમાં નવમું સ્થાન ધરાવે છે.

જુદાં જુદાં અનેક ક્ષેત્રોમાં ભારતે ખૂબ નોંધપાત્ર હરણફાળો ભરી છે. ખગોળશાસ્ત્રમાંના ભૂતકાળના અભ્યાસોના તાર્કિક અનુસરણ તરીકે, આધુનિક વૈજ્ઞાનિકો અવકાશ સંશોધનમાં ગૂથાયા છે. અવકાશ સંશોધનમાં ભારત જે રસ લઈ રહ્યું છે તે તેના રાષ્ટ્રીય વિકાસના કાર્યક્રમ મુજબ છે. જાહેર પ્રત્યાયનનાં માધ્યમોમાં ઉપગ્રહો દ્વારા સુધારો કરવો, દૂર સ્પન્દન પદ્ધતિઓની (રીમોટ સેન્સિંગ ડીવાઇસ) મદદથી રાષ્ટ્રીય સાધનસંપત્તિનું સર્વેક્ષણ કરવું, અને અલબત્ત, અંતરિક્ષનો અભ્યાસ કરવો, એ આ સંશોધનનાં ધ્યેયો છે. ભારતીય અંતરિક્ષ સંશોધન સંસ્થા (ઇસરો)ના બેંગલોર, ત્રિવેન્દ્રમ, શ્રીહરિકોટા અને અમદાવાદ-એમ ચાર મોટાં કેન્દ્રો છે, જ્યાં સંશોધન અને પ્રયોગો થઈ રહ્યાં છે. ભારતના અંતરિક્ષ કાર્યક્રમની મહત્ત્વની સિદ્ધિઓમાં અંતરિક્ષની માહિતી એકત્ર કરવા માટે રોકેટ-ઉડ્ડયન અને ઉપગ્રહોનું નિર્માણ ગણી શકાય. 1975માં છોડવામાં આવેલા ભારતના પ્રથમ ઉપગ્રહનું નામ ઉચિત રીતે જ 'આર્યભટ્ટ' પાડવામાં આવ્યું હતું. એ પછી તો કેટલાય એવા ઉપગ્રહો છોડવામાં આવ્યા છે. હવામાનશાસ્ત્ર, ખગોળશાસ્ત્ર, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર, સમુદ્રની સપાટી, ખેતીવાડી, આયોનોસ્ફીઅર, વિવિધ ખનીજો માટે દૂર સ્પન્દન, સંદેશવ્યવહાર, અને અલબત્ત અંતરિક્ષ સંશોધન અંગેની ઉપયોગી માહિતી એકઠી કરવા આ બધા ઉપગ્રહોમાં કેટલાંય સુવિકસિત સાધનો મૂકવામાં આવ્યાં છે, અને એ બધાં ક્ષેત્રોમાં ઉપગ્રહો દ્વારા હજી પણ સંશોધન ચાલુ જ છે.

રોહિણી રૉકેટ →

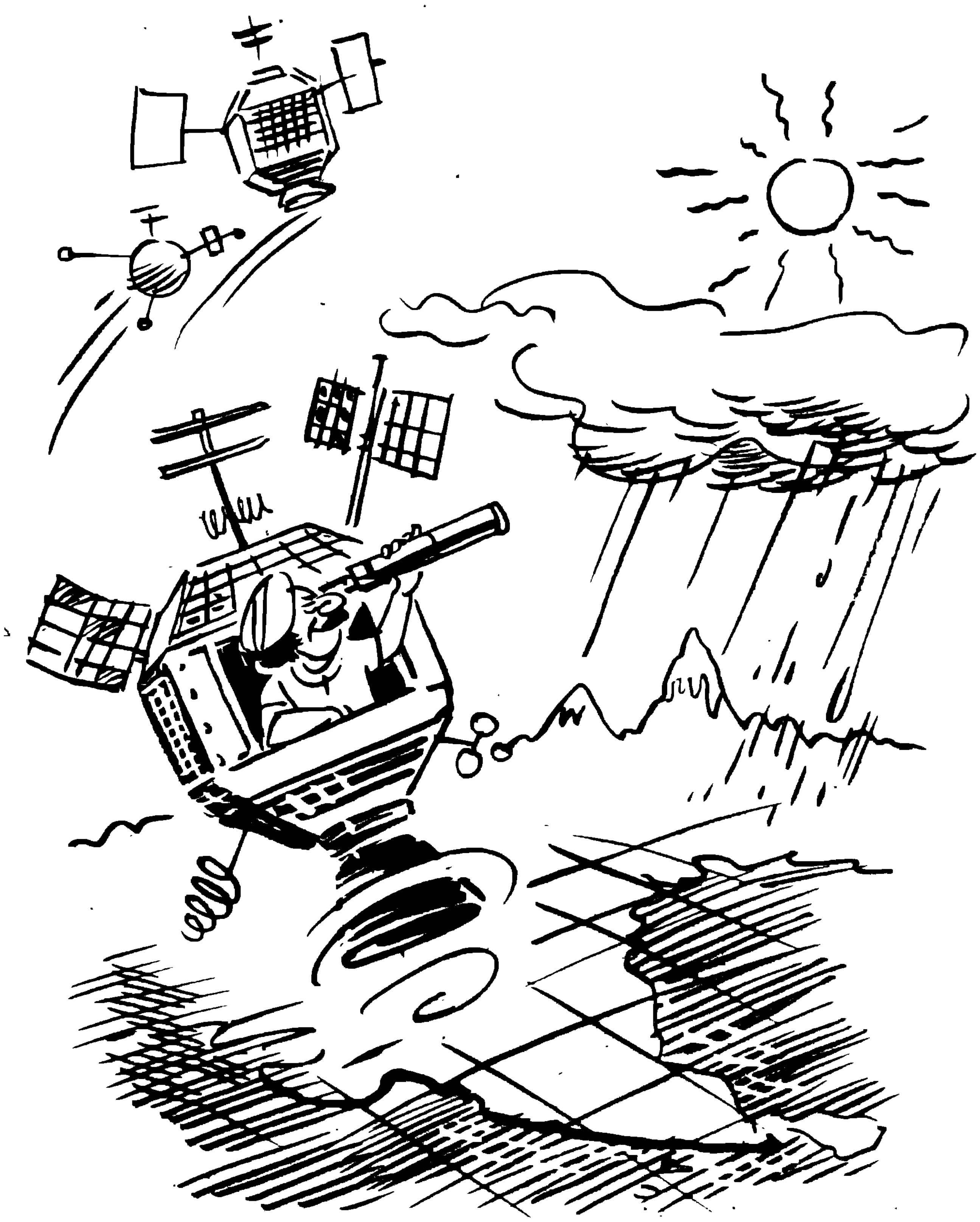


આર્યભટ્ટ—ભારતનો પ્રથમ ઉપગ્રહ



કેરળમાં ભૂચુંબકીય વિષુવવૃત્તની નજીક આવેલું થુંબા વિષુવવૃત્તીય રોકેટ ઉડ્ડયન કેન્દ્ર વાતાવરણના અભ્યાસ માટે રોકેટો છોડવાના કેન્દ્ર તરીકે દેશ-વિદેશોમાં જાણીતું છે. થુંબામાં થયેલા પ્રયોગોમાં જગતભરના વૈજ્ઞાનિકોએ ભાગ લીધો છે.

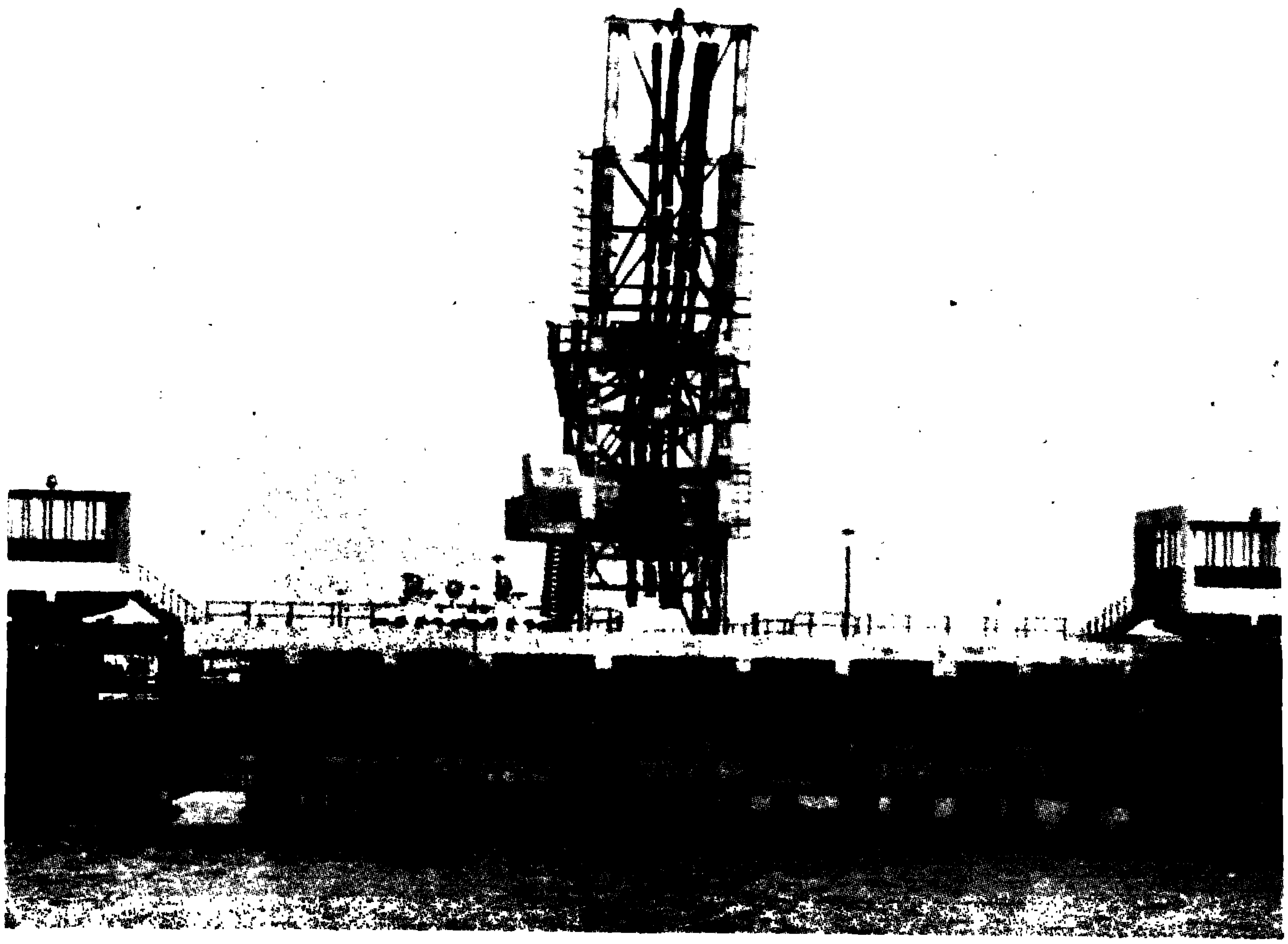
1979માં વર્ષા ઋતુના અભ્યાસના પ્રયોગ(મોનેક્સ)માં ભારતે ભાગ લીધો હતો. વાતાવરણ અને હવામાનના અભ્યાસના વિશ્વવ્યાપી કાર્યક્રમના ભાગરૂપે આ પ્રયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. એના બીજા પ્રયોગોમાં રોકેટો



છોડીને માહિતી મેળવવાનો અને ઉપગ્રહો દ્વારા માહિતી એકત્ર કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

ગયા દાયકા દરમ્યાન ખનીજ તેલના ભાવમાં ઉછાળો આવતાં આ મોંઘા તેલના નવા ભંડારો શોધી કાઢવા વૈજ્ઞાનિકોએ પ્રયત્નો આદર્યા છે. ખનીજ તેલ અને કુદરતી વાયુ પંચ (ઓ.એન.જી.સી.) નામની સરકારી સંસ્થા 1956થી ખનીજ તેલ સંશોધનમાં લાગેલી છે. ખનીજ તેલ અને કુદરતી વાયુના અનેક નવા વિશાળ ભંડારો તો એણે શોધી કાઢયા જ છે, પરંતુ સમુદ્રને તળિયેથી ખનીજ તેલ બહાર લાવવા મુંબઈ પાસેના સમુદ્રમાં જંગી

સમુદ્રમાં તરતા તેલ-મંચો



મંચો એણે તરતા મૂક્યા છે, એ એની સૌથી મહત્ત્વની અને અપૂર્વ સિદ્ધિ ગણી શકાય. અરબી સમુદ્રમાં આવેલાં આ તેલ ક્ષેત્રોમાંથી ખનીજ તેલ અને કુદરતી વાયુને પાણીની સપાટી નીચે નાંખવામાં આવેલી પાઈપો દ્વારા કાઠે લઈ જવામાં આવે છે. આ તેલક્ષેત્રો 'બોમ્બે હાઈ' તરીકે લોકજીભે ચડેલાં છે.

અણુશક્તિનો શાંતિમય ઉપયોગ કરવામાં ભારતને રસ છે. 1969 માં તારાપુર અણુવિદ્યુત મથક શરૂ કરવામાં આવ્યું. ભારતનું એ પહેલું અણુવિદ્યુત મથક છે. ઉદ્યોગો અને ઘરવપરાશ માટેની વિજળી સસ્તી પેદા કરવા એ પછી તો દેશમાં કેટલેયે સ્થળે એવાં કેન્દ્રો સ્થાપવામાં આવ્યાં છે. મુંબઈમાં ભાભા આણવિક સંશોધન કેન્દ્રમાં ત્રણ સંશોધન રીએકટરોમાં અણુસંશોધન થાય છે. આઈસોટોપ ઉત્પાદન કરતું એમાંનું એક રીએકટર જગતના એ પ્રકારના સૌથી મોટા રીએકટરોમાં એક છે. વૈજ્ઞાનિકો રેડિયો એકિટવની મદદથી વૈદક અને ખેતીવાડીના ક્ષેત્રમાં પ્રયોગો કરી રહ્યા છે.

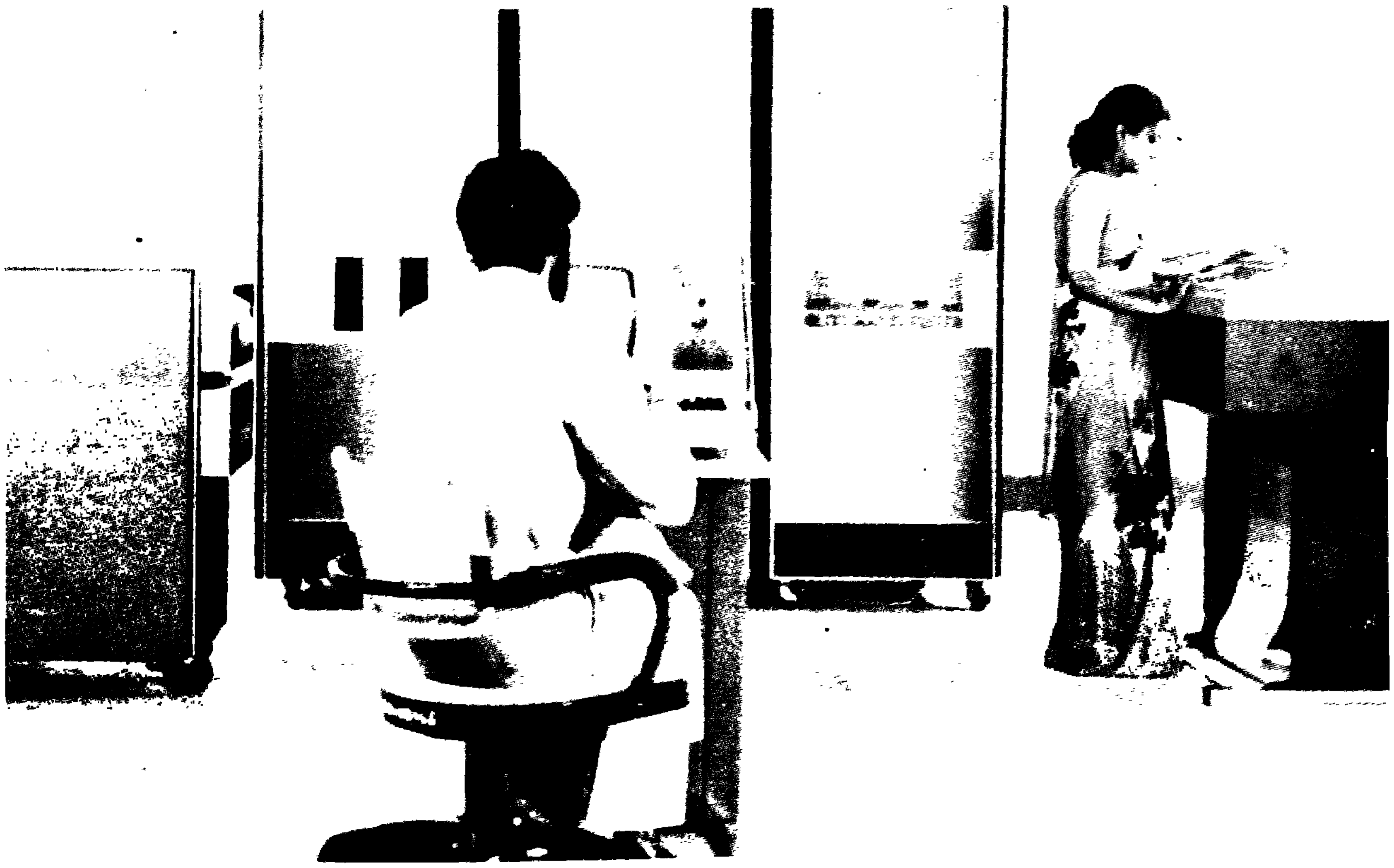
અણુકાર્યક્રમને ટેકો આપવા સરકારે આણવિક ખનીજ વિભાગની સ્થાપના કરી છે. દેશનું વ્યવસ્થિત સર્વેક્ષણ કરવા અને ખનીજ સંપત્તિના ભંડારોને શોધી કાઢવાની એને જવાબદારી સોંપવામાં આવી છે. આ સંશોધન દેશના વિકાસમાં સીધું સહાયરૂપ બની રહ્યું છે.

વિકાસશીલ દેશોમાં આગેવાની લેતું ભારત બીજા દેશોમાં એવાં સંશોધનો અને તાલીમ માટે સવલતો આપે છે, જેથી આ ક્ષેત્રની યંત્રવિદ્યા વિકસાવવામાં એમને મદદરૂપ થઈ શકાય.

1974માં ભારતે અણુપ્રયોગ કરીને ફરી એકવાર બતાવી આપ્યું કે આ શક્તિનો શાંતિમય ઉપયોગ થઈ શકે છે.

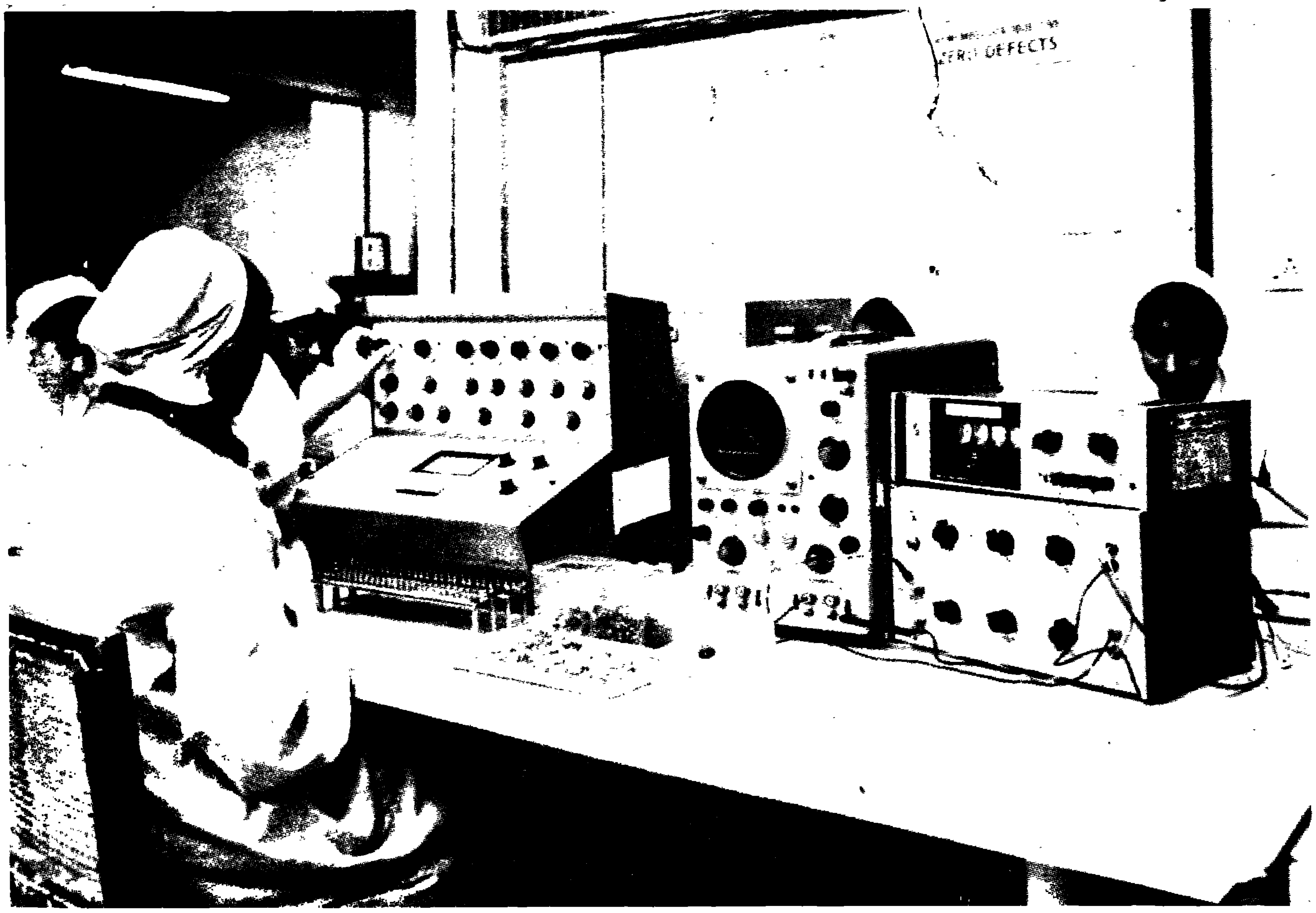
ભારતના અણુ બોંબ થી થયેલો ખાડો





16 સ્પંદનવાળું ભારતનું પ્રથમ કોમ્પ્યુટર

ગણનાની કસોટી—વીજાણુ સહાય વડે



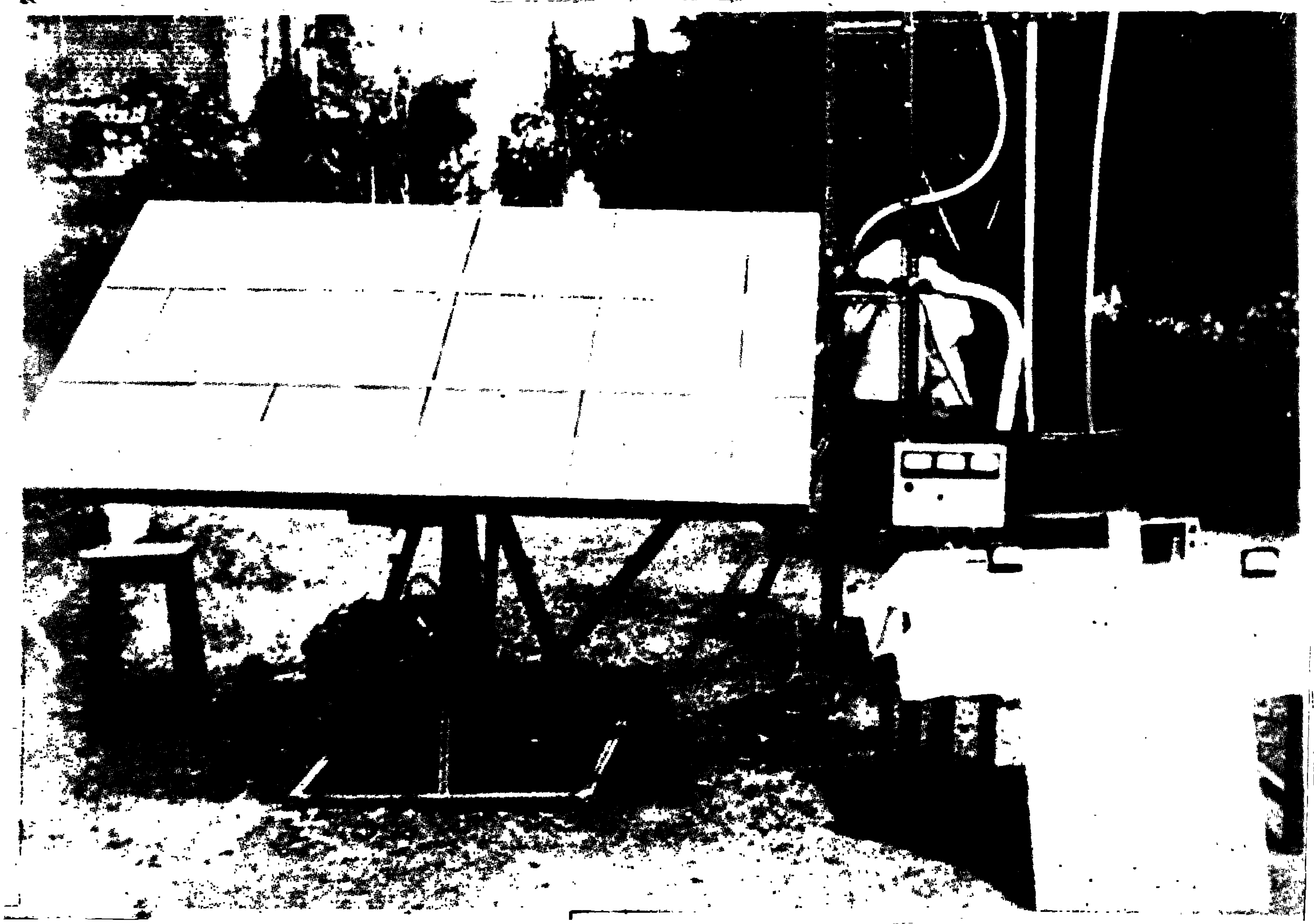
અણુ અને અંતરિક્ષ સંશોધનની સાથે સંકળાયેલું બીજું ક્ષેત્ર છે વીજાણુ વિજ્ઞાનનું. ઇલેક્ટ્રોનિક ઉદ્યોગના વિકાસ અને માર્ગદર્શન માટે ભારત સરકારે વીજાણુ વિજ્ઞાન પંચ(ઇલેક્ટ્રોનિક્સ કમિશન)ની સ્થાપના કરી છે.

કેટલીયે સરકારી કંપનીઓ વીજાણુ ઉપકરણો અને પદ્ધતિઓનું ઉત્પાદન કરી રહી છે. ખૂબ ચોકસાઈ માગી લેતા યંત્રવિદ્યાકીય ક્ષેત્રમાં કેટલીક ખાનગી સંસ્થાઓ નવા વિચારો અને પ્રક્રિયાઓ દર્શાવવામાં સતત પહેલ કરી રહી છે. રોજિંદા વપરાશની વસ્તુઓમાં જે વીજાણુ સાધનોનો ઉપયોગ થાય છે એમાં ટેલિવિઝન, કેલ્કયુલેટર્સ, ઘડિયાળો વગેરેના ભાગોનો સમાવેશ થાય છે.

આખા જગતમાં ઉર્જાશક્તિના નવા નવા વિકલ્પોની શોધ ચાલી રહી છે. ભારતીય વૈજ્ઞાનિકો પણ પાણીમાં ઊગતાં હાઇસિંથ જેવા સામાન્ય પ્રકારના છોડ તથા ખાતરમાંથી કાઢેલા જીવવાયુ (બાયોગેસ) જેવા નવા સરળ સ્રોતો અને સૂર્યશક્તિને કામે લગાડવા અંગે શોધખોળ કરી રહ્યા છે.

1947 સુધી ભારત યંત્રવિદ્યાકીય ક્ષેત્રે પછાત ગણાતું હતું, પરંતુ ઝડપથી હરણફાળો ભરીને હવે અંતરિક્ષ, અણુશક્તિ અને વીજાણુ જેવાં નવાં વિજ્ઞાનોમાં પણ વિકસતા દેશોની સરખામણીમાં હવે સારું એવું સ્થાન ભોગવી રહ્યું છે. આ બધાં અવનવાં ક્ષેત્રોમાં જ નહીં, પણ બીજાં ક્ષેત્રોમાં પણ અન્ય દેશોના વિકાસમાં મદદ કરવા પોતાનાં જ્ઞાન અને કુશળતા વહેંચવા ભારત હંમેશાં તૈયાર રહ્યું છે.

સૂર્યશક્તિથી ચાલતો ભારતમાં બનેલો પંપ





9

સિંધુ નદીની સંસ્કૃતિના લોકો ઇસુના 2500 વર્ષ પહેલાં પણ ખેતી કરી જાણતા હતા. ત્યારથી ખેતીવાડી ભારતીય અર્થતંત્રનો પાયો રહી છે. ખેતીવાડી એટલે ફક્ત બી વાવવા અને પાક લણવો એટલી કંઈ સીધી સાદી વાત નથી. જમીનમાંથી પૂરેપૂરું ઉત્પાદન લેવા માટે યાંત્રિક જ્ઞાન અને કુશળતા સારા એવા પ્રમાણમાં જોઇએ. ઉત્પાદનમાં વધારો કરવા અને બિયારણની નવી જાતો વિકસાવવા અવનવી સુધરેલી પદ્ધતિઓનો ભારતીય વૈજ્ઞાનિકો અભ્યાસ કરી રહ્યા છે. છોડઉછેર, ખાતરો અને કીટાણુનાશક દવાઓમાં ઘણી પ્રગતિ કરવામાં આવી છે. ખેતીવાડી માટે નવા ઓજારો વિકસાવવામાં આવ્યા છે. ઘઉં અને ચોખાની નવી જાતો પણ તેઓએ વિકસાવી છે, જે જલ્દીથી પાકે, વધારે ઉત્પાદન આપે અને જેને અવારનવાર લણી શકાય. તેલીબિયાં, શાકભાજી અને ફળો વગેરેમાં જે સંશોધન થયું છે, એને પરિણામે એની જાત અને પાકના જથ્થામાં ઘણો સુધારો થયો છે. મોગલોના સમયમાં છેક અફઘાનિસ્તાનથી ફળો લાવવામાં આવતાં, અને રાજદરબારીઓના ભોજન થાળોમાં જ એ પિરસાતાં. આજે તાજાં ફળો અને શાકભાજી પુષ્કળ પ્રમાણમાં આખા દેશમાં મળે છે.

નવાં બિયારણો અને ખાતરો, ખેતીના ઓજારો અને એની જ્ઞાનમાહિતી વગેરે પાણી વગર નકામાં થઈ પડે. હજી થોડા વખત પહેલાં સુધી ભારતના કિસાનો મેઘરાજાની કૃપા પર જ નભતા હતા. વરસાદનાં પાણીની રાહ જોતા આતુર ખેડૂતો આકાશની સામે વરસો વરસ તાકીને બેસી રહેતા.

સમયસર ચોમાસુ બેસે એ હજીયે અગત્યનું જ છે, તો પણ ઓછાવધતા કે વહેલામોડા વરસાદ વખતે પૂરક પાણી આપવા અનેક નાની મોટી સિંચાઈ યોજનાઓ અમલમાં મુકાઈ છે, દેશભરમાં જંગી બંધો બાંધવામાં આવ્યા છે અને માની ન શકાય એટલી લાંબી નહેરો દ્વારા તરસી ધરતીને પાણી પૂરું પાડવામાં આવી રહ્યું છે.

રાજસ્થાનમાં એક મહત્વાકાંક્ષી નહેર યોજના પણ બંધાઇ રહી છે. એની મુખ્ય નહેર 280 માઇલ લાંબી છે. રણ પ્રદેશના સૂકા વિસ્તારને એ નહેર જીવનદાયી પાણી પૂરું પાડશે.

નહેરો ઉપરાંત ધરતીના ઊંડાણમાંથી પાણી કાઢવા કેટલાય પાતાળકૂવાઓ ગાળવામાં આવ્યા છે: વરસાદની ખોટ પૂરવા વિશાળ પ્રદેશોમાં પાણી છાંટવામાં આવે છે. અને એના માટે અનેક નાનાંમોટાં તળાવોમાં પાણી સંઘરવામાં આવે છે. હવે ખેડૂતો મહત્ત્વાકાંક્ષી લક્ષ્યાંકો રાખે છે, અને નિયમિત પાણી પુરવઠાને લીધે એ લક્ષ્યાંકો સિધ્ધ પણ કરી શકે છે. દેશમાં ખરેખર 'હરિયાળી ક્રાંતિ' થઈ છે.

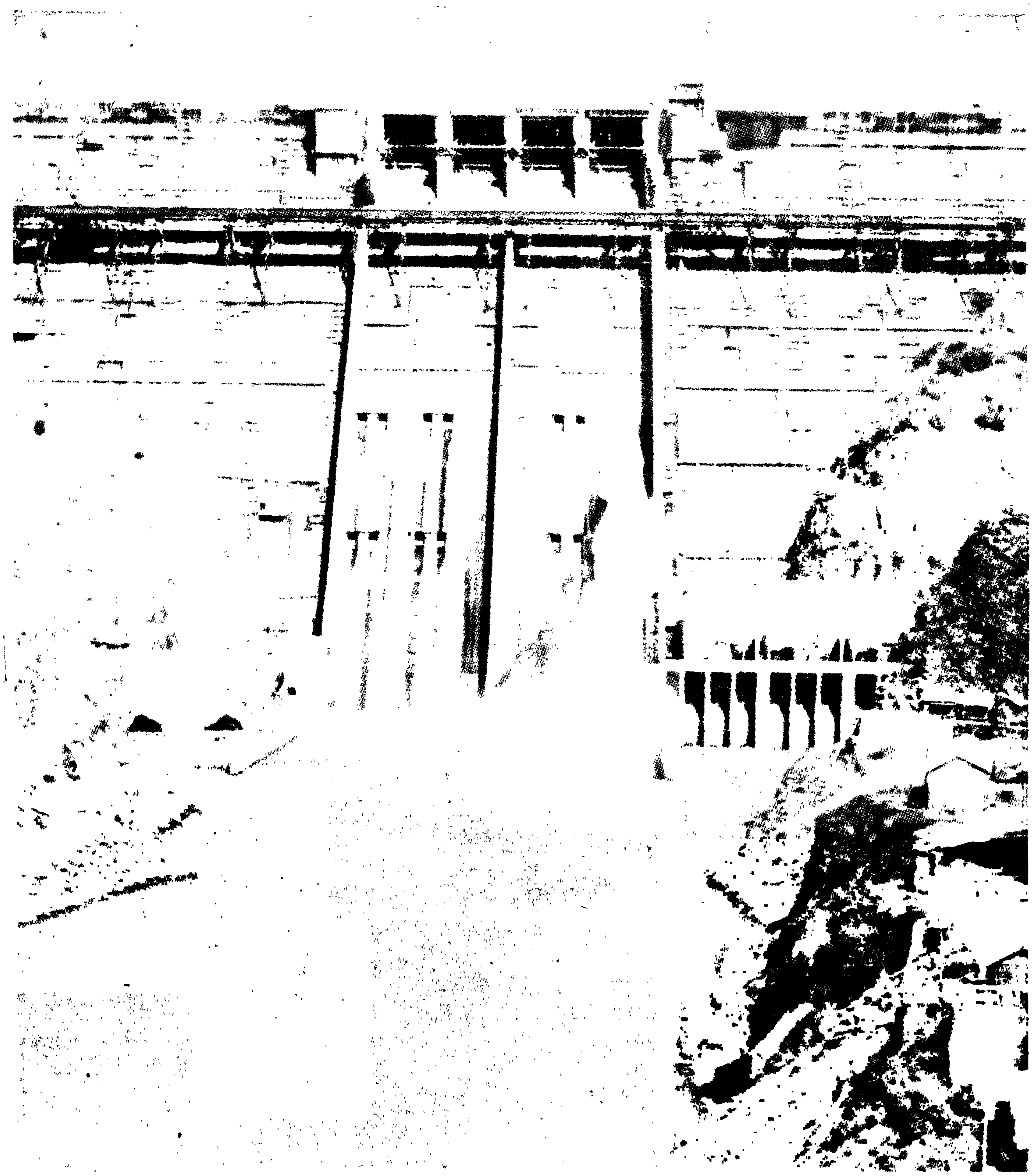
ખેતીવાડીની આ ક્રાંતિની સફળતાનું એક કારણ શિક્ષણમાં થયેલો સુધારો છે. દેશને ખૂણે ખૂણે કૃષિ કોલેજો સ્થાપવામાં આવી છે. ખેતીવાડી, દૂધ-ઉદ્યોગ, બાગાયત અને પોષક આહાર વગેરેની વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિઓ આ સંસ્થાઓમાં યુવાન તાલીમાર્થીઓને શિખવવામાં આવે છે. ત્યાં સંશોધન માટેની સગવડો છે અને અવનવી યંત્રવિદ્યા અવિરત વિકસતી રહે છે.

ખેતીવાડીનાં આ બધાં વિશ્વવિદ્યાલયો પડોશી ગામડાંઓના ખેડૂતોને માહિતી અને મદદ આપી, ગ્રામવિસ્તારોમાં ઉત્પાદન-કુશળતા વધારવામાં સહાય કરવાનું વિસ્તરણ કાર્ય પણ અભ્યાસ ક્રમના ભાગ રૂપે જ કરી રહ્યાં છે.

ભાખરા બંધ

વિમાન દ્વારા જંતુનાશક દવાઓનો છંટકાવ





પશુપાલનના વિજ્ઞાનમાં પણ માહિતી અને અનુભવી મદદ મહત્ત્વની બની રહે છે. એની જરૂરતને ધ્યાનમાં લઈને કેટલીય નવી તાલીમ સંસ્થાઓ શરૂ કરવામાં આવી છે સરકારે સ્થાપેલી એવી સંસ્થાઓમાં દૂધ, ઈંડાં અને માંસનું વધુ ઉત્પાદન થાય એવાં પશુઓ ઉછરી રહ્યાં છે. મત્સ્યઉદ્યોગ પણ એ જ રીતે વિકસી રહ્યો છે.

અનાજ ઉપરાંત સૂતર, શણ, તમાકુ, શેરડી અને રબ્બર પણ આપણા દેશમાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં થાય છે. માનવસર્જિત તારનું ઉત્પાદન વધી રહ્યું છે, અને એની સાથે સૂતર ભેળવી જાતજાતનું 'સિન્થેટિક' કાપડ બનાવવામાં આવી રહ્યું છે. ભારતના સુંદર કાપડની માંગ આખા જગતમાં છે. આજનો આધુનિક કાપડ ઉદ્યોગ એ સુંદર વારસાની જ દેણ છે.

ભારતીય રેશમના પણ આંખ આંજી નાખે એવા અદ્‌ભુત પ્રકારો છે, અને હવે નવી યંત્રવિદ્યાની સહાયથી એનું ઉત્પાદન ઝડપી બન્યું છે અને તેની ગુણવત્તા ચકાસવાનું શકય બન્યું છે. શણ પણ આપણા દેશનો એવો જ અગત્યનો પાક છે. શણ ઉપરની પ્રક્રિયા અને શણની અનેક જાતો સુધારવાની પધ્ધતિઓ પર ભારતીય વૈજ્ઞાનિકો પ્રયોગો કરી રહ્યા છે. રબ્બરનું ઉત્પાદન વધારવાના પ્રયોગો પણ થઈ રહ્યા છે.

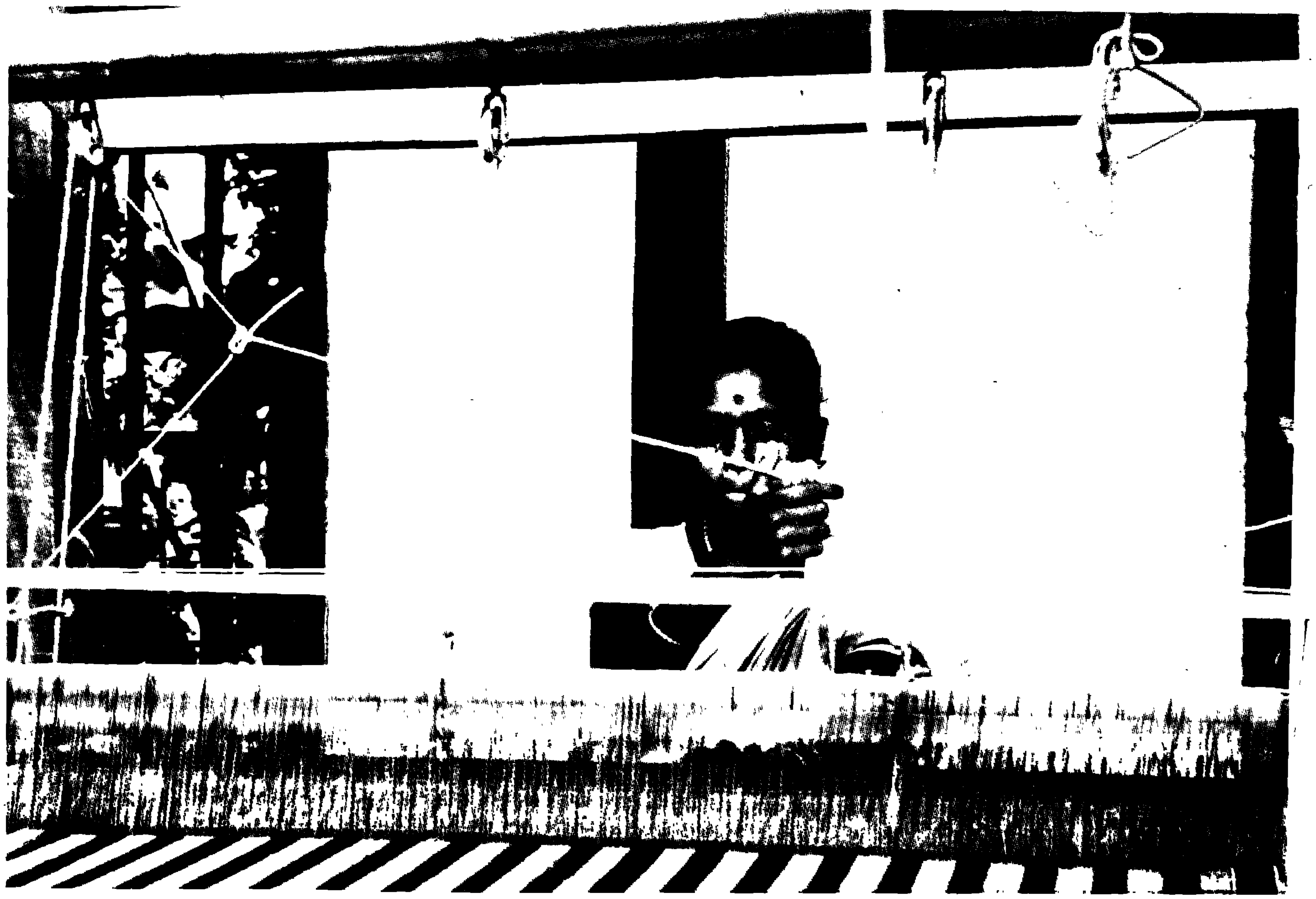
ભારતનો ખાંડ-ઉત્પાદન-ઉદ્યોગ પણ સારો એવો વિકસ્યો છે. શેરડીના સાંઠામાંથી એનો રસ કાઢવાની અને તેને સાફ કરવાની મુશ્કેલ પ્રક્રિયા દરમ્યાન ઘણો નકામો કચરો નીકળે છે. વૈજ્ઞાનિકોએ ખાંડ બનાવવાની પ્રક્રિયામાં સુધારો કર્યો છે અને તે ઉપરાંત પેલા કચરાનો પણ ઉપયોગ શું થઈ શકે, એનું સંશોધન કરી રહ્યા છે. ખાતરો, બાયોગેસ અને લેકિટક એસિડ વગેરે માટે એ બધા કચરાનો ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે.

પશુઓની તબીબી ચિકિત્સા



સંશોધન અને વિકાસની જેમજ આ બધાં સાધન-સ્રોતોનું વર્ગીકરણ પણ એટલું જ મહત્ત્વનું છે. છોડોનું વર્ગીકરણ અને એના વાતાવરણ, વૈદકીય અને રાસાયણિક ક્ષમતાઓના અભ્યાસ માટે દેશમાં વનસ્પતિશાસ્ત્રીય સર્વેક્ષણ કરવામાં આવ્યું છે. એ જ રીતે જમીન, પશુઓ, ખનીજો, ખાણો અને લોકોના સામાજિક રીતિરિવાજોના અભ્યાસ અને વર્ગીકરણ માટે બીજા સર્વેક્ષણ વિભાગો કામ કરી રહ્યા છે. પરિણામે એ બધાં ક્ષેત્રોની જ્ઞાન માહિતીમાં ઉમેરો થઈ રહ્યો છે.

આડેધડ વૃક્ષો કપાય છે અને એમાંય ખાસ કરીને હિમાલયના પ્રદેશમાં એનાં ગંભીર પરિણામો આવ્યાં છે. વાતાવરણના સમતોલનનો નાશ કરતી અવિચારી પ્રવૃત્તિઓની વિનાશક અસરો વિશે પ્રચાર કરવા ઉપરાંત વૃક્ષ વિહોણી ધરતીમાં હરિયાળાં જંગલો ફરી ઊભાં કરવાનું કામ પૂરજોશમાં ચાલી રહ્યું છે.



હાથશાળ

ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોને તબીબીશાસ્ત્રમાં હંમેશા ખૂબ રસ રહ્યા છે. ઘર કરી જતા કેટલાય ચેપી રોગોની સારવાર આપવા તથા એને અટકાવવાના માર્ગો વિશે દેશની આધુનિક તબીબી સંસ્થાઓમાં સંશોધન ચાલી રહ્યું છે. વૈદક સંશોધનમાં પૂરવણી કરવા પોષક આહારનો અભ્યાસ પણ ખૂબ ઊંડાણથી થઈ રહ્યો છે. સારી તબીબી સવલતોની સાથે જો પૌષ્ટિક ખોરાક અને સ્વચ્છતા વિશેની જાગૃતિ ન હોય તો આરોગ્યમાં ભાગ્યે જ સુધારો થઈ

શકે. હકીકતે ભારતનાં બંધારણમાં આ જાગૃતિ વિશે જણાવવામાં આવ્યુ છે. ''ખોરાકમાં પોષણનું પ્રમાણ વધારવા અને લોકોનું જીવન ધોરણ ઊંચે લઈ જવાને દેશની સરકાર પોતાની પ્રાથમિક ફરજોમાં સ્થાન આપશે.''

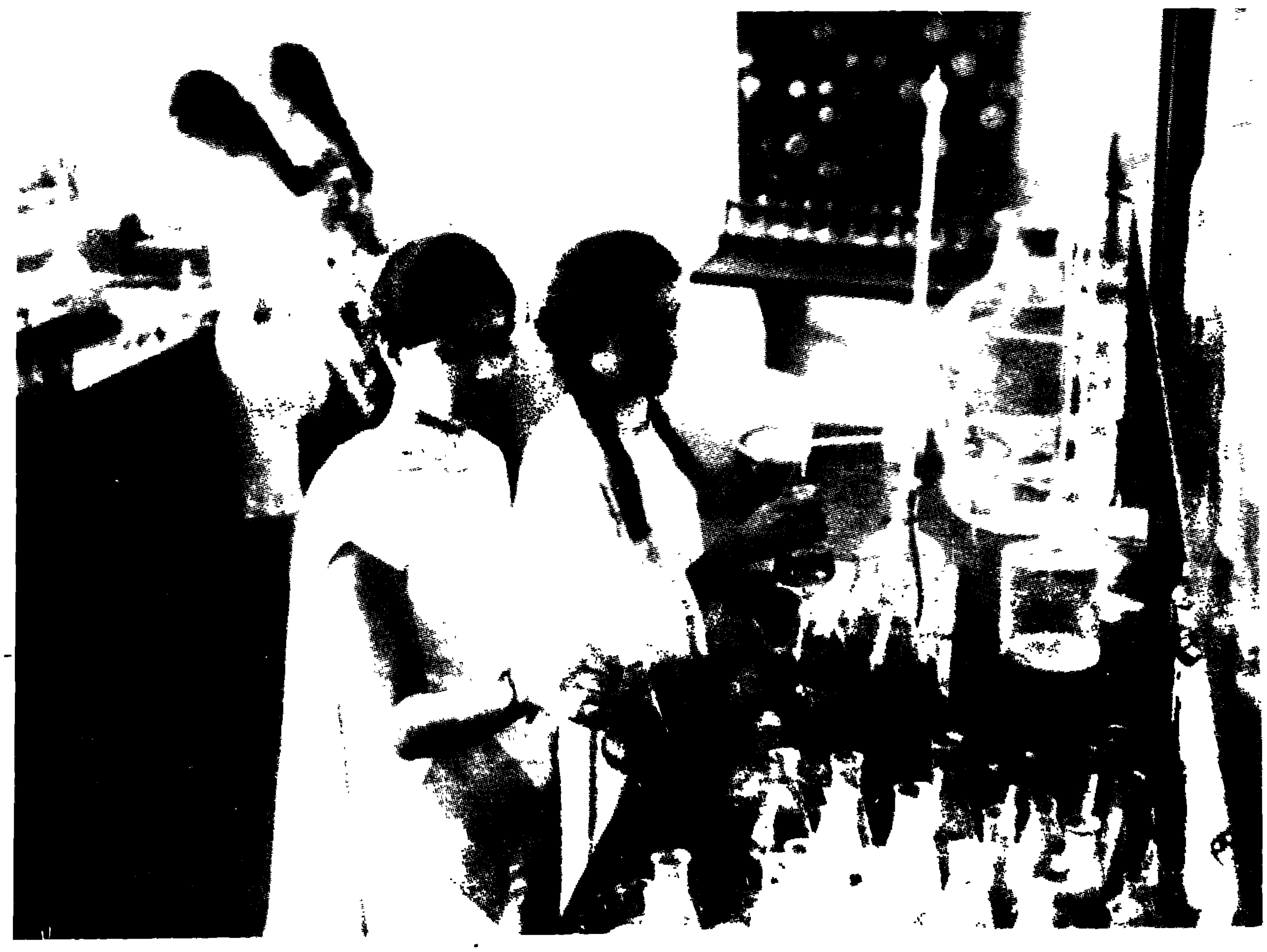
ખાસ પ્રકારના રોગો અને એને રોકવાના અભ્યાસો હાથ ધરવામાં આવ્યા છે. શિતળાનો રોગ નાબૂદ કરવામાં આવ્યો છે અને 1975 પછી શીતળાનો એક પણ કિસ્સો નોંધાયો નથી. ટાઢિયોતાવ, રક્તપિત્ત, ક્ષય, કોલેરા, હાથીપગો અને આંખોમાં થતાં ખીલને અંકુશમાં લાવવા હવે સંશોધન થઈ રહ્યું છે. વસ્તીવધારો ડામવા કુટુંબનિયોજન ઉપર વિશેષ ભાર મૂકવામાં આવી રહ્યો છે, કારણ કે દેશની ઉભરાતી વસ્તી આપણા મોટા ભાગની તકલીફોનું કારણ છે. કુટુંબ નાનું હોય તો એના દરેક સભ્યને બહેતર ખોરાક, કપડાં, મકાનો અને શિક્ષણની સગવડો મળી શકે. અને રાષ્ટ્રીય સ્તર પર વિચારીએ તો ઓછી વસ્તી હોય તો દરેકને ભાગે બહેતર સવલતો અને વધુ સમૃદ્ધિ આવી શકે. કુટુંબનિયોજનની નવી નવી પદ્ધતિઓ વૈજ્ઞાનિકો શોધી રહ્યા છે, અને આરોગ્ય ક્ષેત્રના કાર્યકરો અને તબીબો કુટુંબ નાનું રાખવાની જરૂર સમજાવવા દેશને ખૂણેખૂણે ફરી વળ્યા છે. કાયાપલટ થવાની ગતિ કદાચ બહુ ઝડપી નથી, પરંતુ આ દિશામાં શુભ શરૂઆત થઈ ચૂકી છે.

આ બધા ઉપરથી એટલું તો દેખાઈ આવશે કે ભૂતકાળની જેમ જ, વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસની અગત્ય સ્વીકારવામાં આવી છે અને વિદ્વાનો અને વિજ્ઞાનીઓને પૂરતી સવલતો, નાણા અને ઉત્તેજન આપવાના પ્રયત્નો થઈ રહ્યા છે.





પ્રયાગશાળાઓ



ઉદ્યોગમાં સર્વેક્ષણ અને સંશોધન-કાર્યમાં હમણાં હમણાં ખૂબ વધારો થયો છે. આ માટેનું મોટા ભાગનું નાણાંભંડોળ આમ તો સરકાર જ આપતી હોય છે, છતાં તાજેતરમાં સંશોધન અને વિકાસના કામમાં બિનસરકારી ક્ષેત્રના ખર્ચમાં પણ સારો એવો ઉછાળો આવ્યો છે.

નવસર્જન શક્તિ અને વિચારશીલતા ધરાવતા માણસો વધુ સારાં વૈજ્ઞાનિક સાધનો બનાવવા લાગ્યા છે. 19મી સદીમાં સવાઇજયસિંહે યુરોપમાં વપરાતાં પિત્તળનાં ખગોળશાસ્ત્રીય સાધનોને બદલે ઈંટ-માટીનાં ચણતરોનો ઉપયોગ કર્યો હતો, અને તેને કારણે વધુ ચોકસાઇભર્યાં નિરીક્ષણો શક્ય બન્યાં હતાં. આજે જે કેટલાંય ઝીણવટભર્યાં સંવેદનક્ષમ સાધનો બની રહ્યાં છે એમાં પણ એ જ ભાવના દેખા દે છે. નેત્રવિદ્યાનાં સાધનો અને કાર્ડોસ્કોપ તથા હૃદયની ગતિ સમથળ રાખવા માટેનાં તબીબી સાધનોમાં ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ ઘણો સુધારો કર્યો છે. તે ઉપરાંત એમણે બાંધકામ, ઇજનેરી, ભૂવિજ્ઞાનો, ઉડ્ડયનશાસ્ત્ર અને હવામાન વિજ્ઞાન માટે પણ ઘણાં સાધનો બનાવ્યાં છે.

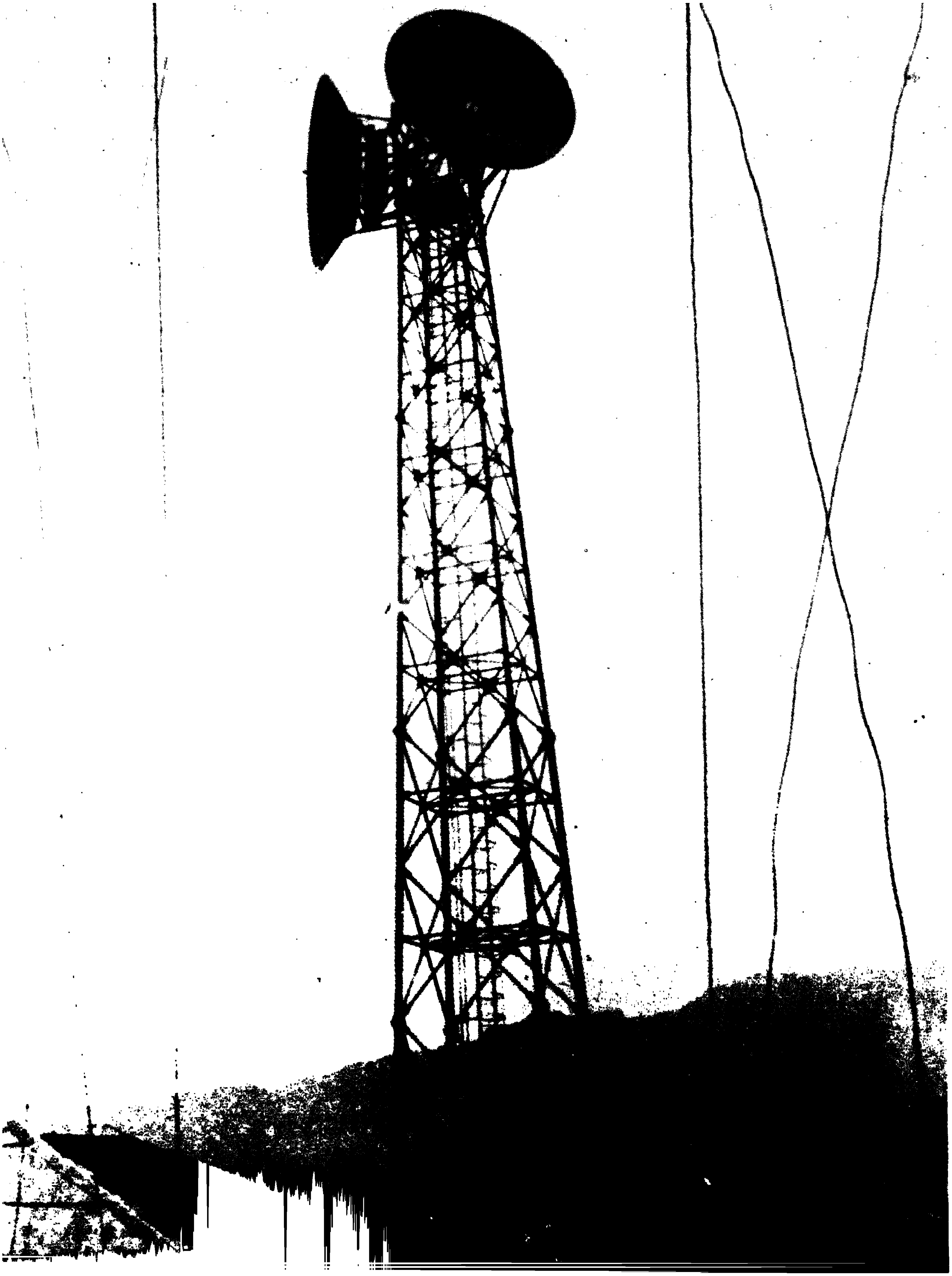
આ સિવાય ભારતમાં અનેક પ્રકારનાં, ઉચ્ચ ગુણવત્તા ધરાવતાં યંત્રો બની રહ્યાં છે. અને જગતના અનેક-દેશોમાં તેની નિકાસ થઈ રહી છે.

લોખંડ અને સ્ટીલનું ઉત્પાદન મોટેભાગે સરકાર હસ્તક છે. દેશમાં સર્વગ્રાહી પધ્ધતિ ધરાવતાં, સ્ટીલ

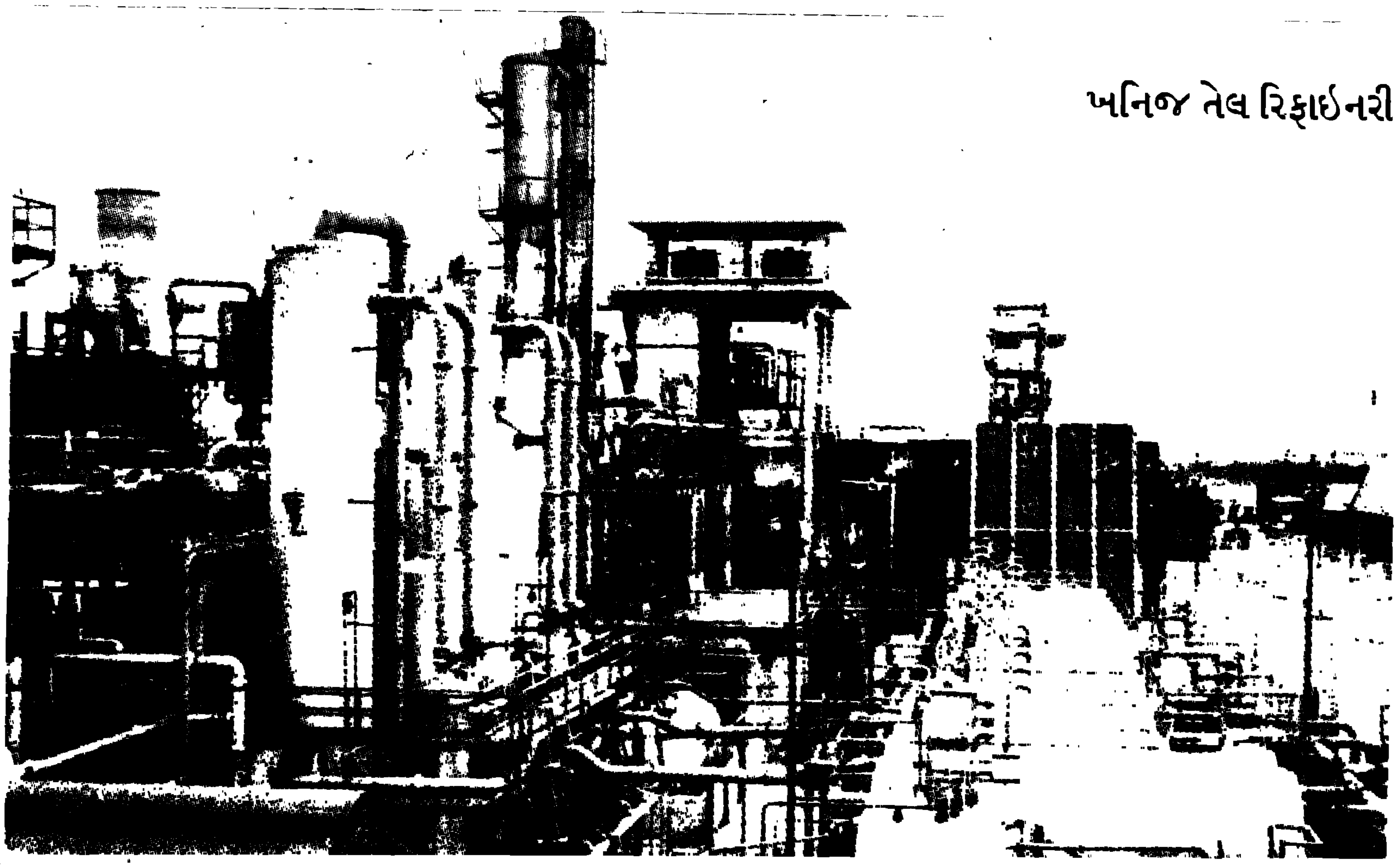
ટેલિવિઝનના સંદેશા ઝીલતું ધરતી પરનું જાળીવાળું એન્ટેના

માઇક્રોવેવ ટાવર →

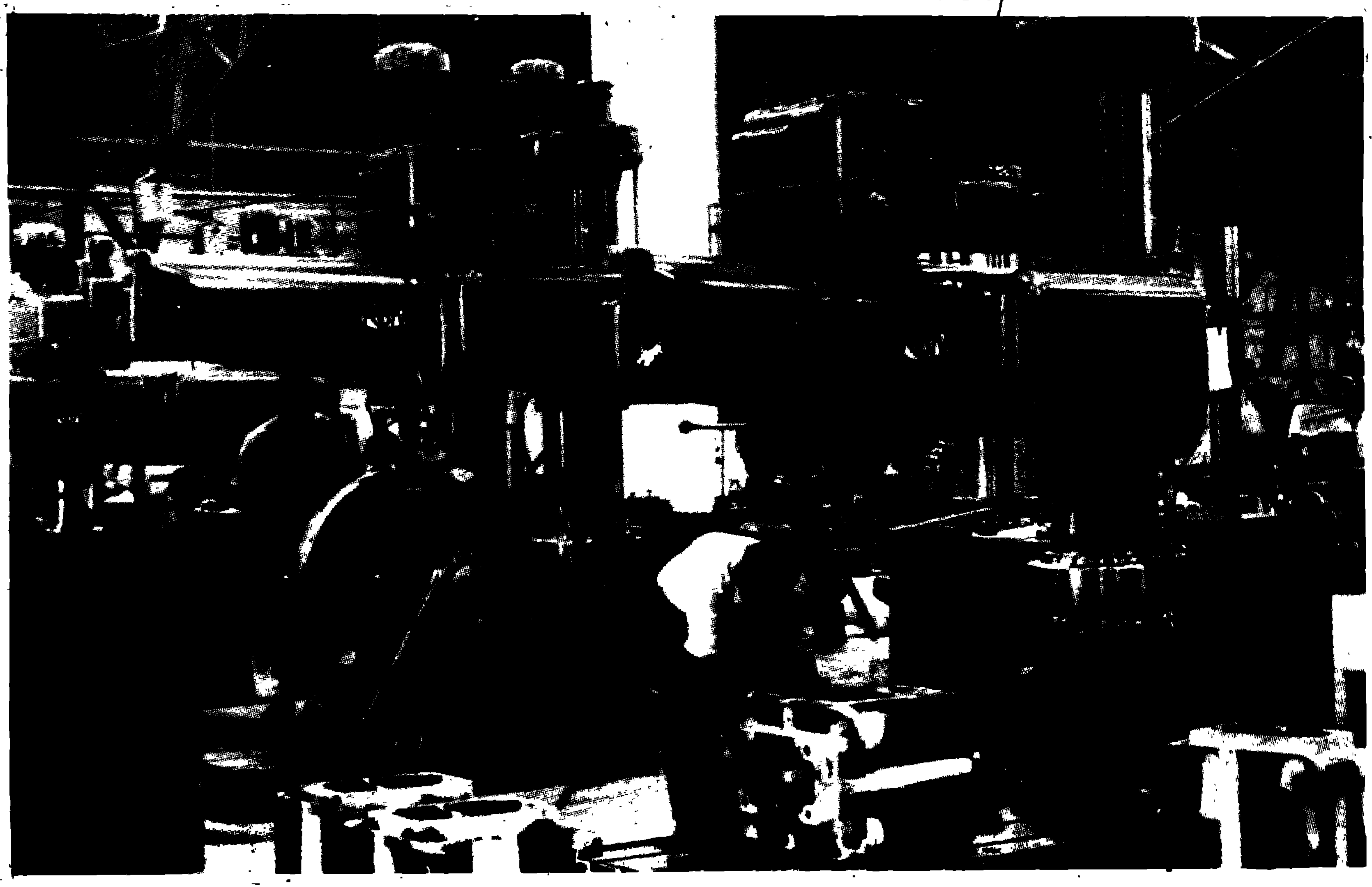




ખનિજ તેલ રિફાઇનરી



બનાવવાનાં છ મોટાં કારખાનાં છે. એના ઉત્પાદનમાં પૂરવણી કરતાં સ્ટીલનાં નાનાં કારખાનાં પણ ઘણાં છે, જે નાની અને મધ્યમ કદની ભઠ્ઠીઓ ધરાવે છે અને એમાં મોટી ભઠ્ઠીના વણવપરાયેલા કચરાનો કાચા માલ તરીકે ઉપયોગ થાય છે. દેશમાં ખૂબ સારા પ્રકારનું સ્ટેનલેસ સ્ટીલ બને છે, અને લોખંડ અને સ્ટીલ પરની પ્રક્રિયા વધુ કાર્યક્ષમ અને સસ્તી બનાવવા સતત અવનવી રીતો વિકસાવવામાં આવી રહી છે.)



ભારે યંત્રસામગ્રી બનાવતું કારખાનું

સ્ટીલ પ્લાંટ →



સ્વાતંત્ર્ય પહેલાંનાં વર્ષોમાં, સંસ્થાનવાદીઓની બીજી વસાહતોની જેમ જ ભારત પણ લગભગ બધા જ પ્રકારની દવાઆ અને રસાયણોની આયાત કરતું હતું. આજે ભારતની દવા બનાવતી કંપનીઓ પેનીસિલિન, સ્ટ્રેપ્ટોમાઇસીન, ટેટ્રાસાઇક્લિન, વિટામિનો અને અન્ય દવાઓનાં જાતજાતનાં મિશ્રણોનું ઉત્પાદન કરે છે. હવે રસાયણો પણ દેશમાં જ બને છે. રસાયણ વિજ્ઞાનમાં જે સંશોધન થઈ રહ્યું છે એનાથી અનેક નવી પ્રક્રિયાઓ શકય બની છે, અને આપણા દેશમાં જ એની જ્ઞાનમાહિતીનો સારો એવો વિકાસ થઈ રહ્યો છે. આ બધી ચીજો ખૂબ જ ટેક્નિકલ હોવાથી સમજાવવી અઘરી છે. પણ એ ક્ષેત્રોની કેટલીક સફળતાઓમાં પાણીમાં ભળી જતું ડી.ડી.ટી. અને નકામી ચીજોના ઉપયોગોની શોધખોળો મહત્ત્વની છે. કાજુના કોચલાનું રસાયણ ખાસ પ્રકારની સપાટી પરના થર માટે વાપરવામાં આવી રહ્યું છે કે જેથી એને કાટ ન લાગે અને ખાદ્યપદાર્થોના ડબ્બાના રંગરોગાન માટે વાપરી શકાય. કેતકીના છોડાના કચરામાંથી કઠણ મીણ બનાવી શકાય છે. અને ખાંડ બનાવતી વખતે નીકળતા કચરામાંથી 'લેકટોઝ'નું ઉત્પાદન થાય છે. નવી નવી પ્રક્રિયાઓનો વિકાસ માટીકામ, ચિનાઇ-માટીકામ, કાચ અને કાર્બન ઉદ્યોગોમાં સહાય કરી રહ્યો છે.

દર વર્ષે કોલેજોમાં દાખલ થતાં યુવક-યુવતીઓમાંનાં ઘણાં ઇજનેર થવાનાં સપનાં સેવતાં હોય છે. ભા[illegible]ને ઇજનેરી ધોરણને 'ઇન્સ્ટિટયૂટ ઑફ ટેકનોલોજી'ની પાંચ મુખ્ય સંસ્થાઓ દ્વારા ખાસ ઊંચું રાખ્યું છે. તેમાં ઉત્તીર્ણ થયેલા સ્નાતકો દેશની યંત્રવિદ્યાને લગતા જીવનધોરણને સમૃધ્દ બનાવી રહ્યાં છે. જો કે એમાંનાં ઘણાં બીજા દેશોમાં જઈને વસ્યા છે અને ત્યાં પણ ઘણો મૂલ્યવાન ફાળો આપી રહ્યાં છે.

નવાં પ્રકારનાં જે યંત્રો બની રહ્યાં છે એમાં અલબત્ત કોમ્પ્યુટરોનો સમાવેશ થાય છે. ઇલેકટ્રોનિક્સ કોર્પોરેશન ઓફ ઇન્ડિયા અને બીજી કેટલીક ખાનગી કંપનીઓ આ કોમ્પ્યુટરો બનાવી રહી છે. આ કોર્પોરેશને 184 કોમ્પ્યુટર પધ્દતિઓ સ્થાપી છે અને ભારતીય ભાષાનો પણ ઉપયોગ થાય એવાં કોમ્પ્યુટરો વિકસાવવામાં હવે એ લાગેલું છે. કલકત્તા, ચંદીગઢ, પુને અને કાનપુરમાં પ્રાદેશિક કોમ્પ્યુટર કેન્દ્રો સ્થાપવામાં આવ્યાં છે. આજે કેટલીય ખાનગી કંપનીઓ એમનાં રોજિંદા કામમાં કોમ્પ્યુટરોનો ઉપયોગ કરી રહી છે, અને એનાં વિજ્ઞાન અને-યંત્રવિદ્યાનો વધુને વધુ યુવાનો અભ્યાસ કરી રહ્યા છે.

બીજા ઉદ્યોગો પણ વિકાસ સાધી રહ્યા છે: તાર અને કેબલ બનાવવાનાં યંત્રો વિકસ્યાં છે અને એના દ્વારા એવા સારા કેબલ બની રહ્યાં છે કે જગતભરમાં એની માંગ છે. ફાઇબરગ્લાસ માટે ફિલામેન્ટ-વાઇન્ડિગનાં યંત્રો, હાઇડ્રોલિક ડાયનામા મીટર્સ, વિવિધ ઉપયોગો માટેનાં ઘસારા-તપાસનાં યંત્રો, ટ્રેકટરો, અને બે પૈડાંવાળાં મોપેડ, સ્કુટરો વગેરે ભારતીય ઇજનેરોએ તાજેતરમાં બનાવ્યાં છે.

ઉદ્યોગો અને ઉત્પાદનના આવા ફેલાવાને લીધે, વહીવટની પધ્ધતિઓમાં તાલીમ પામેલાં વધુને વધુ સ્ત્રી-પુરુષોની જરૂરત ઊભી થવા માંડી છે. વ્યવસ્થા અને અમલની કુશળતા શીખવવા માટે અમદાવાદ, કલકત્તા અને બેંગલોરમાં એવા અભ્યાસોની સંસ્થાઓ સ્થાપવામાં આવી છે. કેટલાંક વિશ્વવિદ્યાલયો અને બીજી સંસ્થાઓએ પણ આવા જ અભ્યાસક્રમો શરૂ કર્યા છે અને કોઈ મહત્ત્વાકાંક્ષી યુવાનોને કુશળતાનો પૂરા સમયનો કે ખંડ સમયનો અભ્યાસ કરવો હોય તો મહત્ત્વનાં મોટાં શહેરોમાં કયાંય પણ એ કરી શકવાનો વિકલ્પ હવે મળી રહ્યો છે.

દેશમાં ઉદ્યોગોના વિકાસનો સારામાં સારો માપદંડ એ હકીકત ઉપરથી મળી શકે કે દેશમાં જ બનેલી અનેક રોજિંદા વપરાશની ચીજવસ્તુઓથી બજાર ભર્યુંભર્યું છે. ટેલિવિઝન સેટો અને ટૂથપેસ્ટો, ટોસ્ટરો અને સૂકવેલા ખાદ્યપદાર્થો, સુતરાઉ અને સિન્થેટિક કાપડ, કાગળ, કાચનાં વાસણો, વાહનો, સાબુઓ, સૌંદર્ય, પ્રસાધનો....આ નામાવલી તો ખૂબ લાંબી છે. આજ થી લગભગ વીસ વર્ષ પહેલાં વિજળીનાં સાધનો,

સૌંદર્યપ્રસાધનો કે સિન્થેટિક કાપડની ખરીદી માટે ભારતના લોકોને પશ્ચિમના દેશો તરફ નજર કરવી પડતી. આજે દેશમાં પૂરતાં પ્રમાણમાં એ બધી વસ્તુઓ બની રહી છે, એટલું જ નહીં, બીજા દેશોમાં એની નિકાસ પણ થઈ રહી છે. રોજિંદા વપરાશની ચીજ વસ્તુઓના ઉદ્યોગોમાં ખૂબ મોટાં પરિવર્તનો આવ્યાં છે. આનો સાર એ કે 1947 પછી દેશમાં વિજ્ઞાન અને યંત્રવિદ્યાનો જે વિકાસ થયો એનાથી ઉદ્યોગો ખૂબ જ આગળ વધ્યા છે.)

(વેપાર વણજ અને ઉદ્યોગો માટે વાહન વ્યવહારની ખૂબ સારી વ્યવસ્થા હોવી જોઈએ. ભારતમાં વાહન વ્યવહારની આ વ્યવસ્થાનો પાયો અંગ્રેજી સલ્તનત દરમ્યાન નંખાયો હતો. આવડા મોટા ભારતીય ઉપખંડનાં જંગલો અને દૂરદૂરની ખીણોને ભેદીને ખૂણે ખાંચરે વસતી વસાહતોને પહોંચી શકાય એ રીતે માઈલોના માઈલો લાંબા રેલ્વેના પાટાઓ નાંખવામાં આવ્યા હતા. ઘણાં વર્ષો સુધી લોકો અને માલસામાનની આવનજાવન માટે રેલગાડી જ મહત્ત્વનું સાધન હતી. અંગ્રેજોએ પોતાની જરૂરત માટે રેલ્વે બાંધી એ હકીકત હોવા છતાં, એનાથી દેશને જે ફાયદાઓ મળ્યા છે એ અવગણી શકાય નહીં. એશિયાભરમાં ભારતની રેલગાડીની વ્યવસ્થા સૌથી મોટી છે અને જગતભરની સારી પદ્ધતિઓમાં એ એક ગણાય છે. જાહેર માલિકીનું એ સૌથી મોટું સાહસ છે. 1951થી ગણીએ તો ઉતારૂ અને માલસામાનની અવરજવર આજે બમણી થઈ છે. રેલ્વેમાં ડબ્બા અને વેગનોની સંખ્યા

વિજળીથી ચાલતી ગાડી



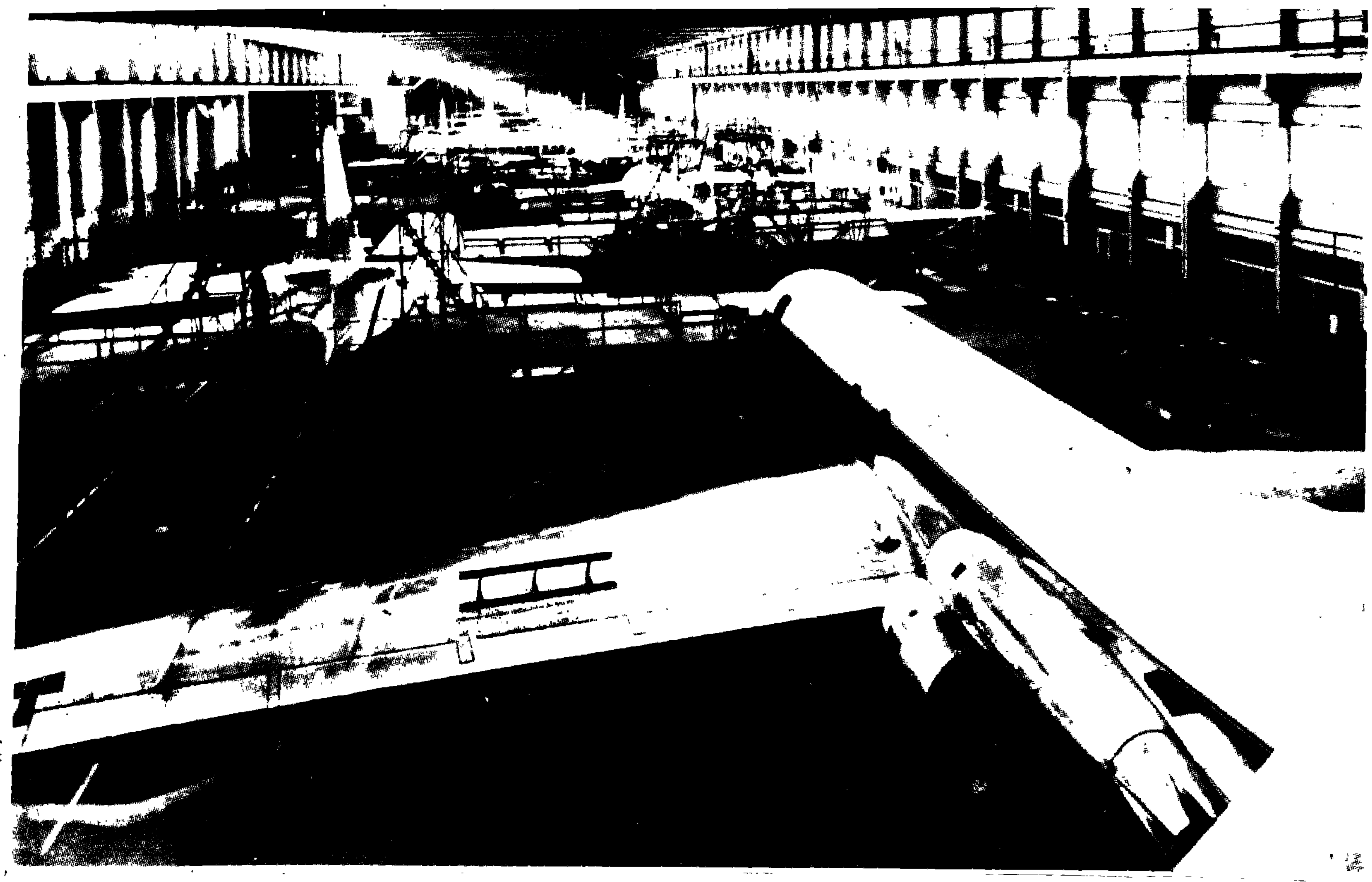
પણ બમણી થઈ છે. રેલગાડીનાં એન્જિનો ચિત્તરંજન, વારાણસી, અને પેરામ્બુરનાં કારખાનાંઓમાં બની રહ્યાં છે. 1972 સુધી ચિત્તરંજનના કારખાનામાં વરાળચાલિત એન્જિનો બનતાં હતાં, પરંતુ હવે ત્યાં વીજળી અને ડિઝલનાં એન્જિનો બની રહ્યા છે. એમાં વપરાતો 80 ટકાથી વધુ માલસામાન ભારતમાં જ બની રહ્યો છે. વારાણસીના કારખાનામાં ડિઝલ એન્જિનો બને છે અને પેરામ્બુરના કારખાનામાં ગાડીના ડબ્બાઓ બની રહ્યા છે.

તાજેતરનાં વર્ષોમાં મુસાફરો અને માલસામાનની હેરફેરમાં રસ્તે દોડતાં વાહનોનો ઉપયોગ વધ્યો છે. ભારત જેવડા વિશાળ દેશમાં શહેરો, નગરો, ગામડાંઓ અને નાની મોટી વસાહતો આવા રસ્તાઓથી સંકળાયેલી છે અને રેલ્વેના આગમન પહેલાં આ રસ્તાઓ દ્વારા જ દેશના એક ભાગમાંથી બીજા ભાગમાં જઈ શકાતું. મધ્યકાલીન યુગમાં ઉત્તર ભારતમાં શેરશાહે આડો ધોરી માર્ગ બાંધ્યો હતો. દેશના રાષ્ટ્રીય ધોરી માર્ગમાંના એક ગ્રાન્ડ ટ્રંક રોડને, એ માર્ગનો પાયો નાંખનારની સ્મૃતિમાં આજે શેરશાહ સૂરી માર્ગ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

ભારતની સરહદે બાંધવામાં આવેલા કેટલાક રસ્તાઓ તો પર્વતો અને ખીણોમાંથી અને હિમાલયની પથરાળ ઊંચાઈઓ જેવા ખૂબ મુશ્કેલ વિસ્તારોમાંથી પસાર થાય છે. હિમાલચ પ્રદેશમાં મનાલીથી લડાખમાં લેહ સુધીનો રસ્તો જગતમાં સૌથી ઊંચે બાંધવામાં આવેલો રસ્તો છે. એની સરેરાશ ઊંચાઈ લગભગ 460 મીટર છે. આ રસ્તાનું બાંધકામ મહત્ત્વની ઇજનેરી સિધ્દિ ગણાય છે.

જગતમાં સૌથી ઊંચે, લેહનો રસ્તો





વિમાનોનું ઉત્પાદન

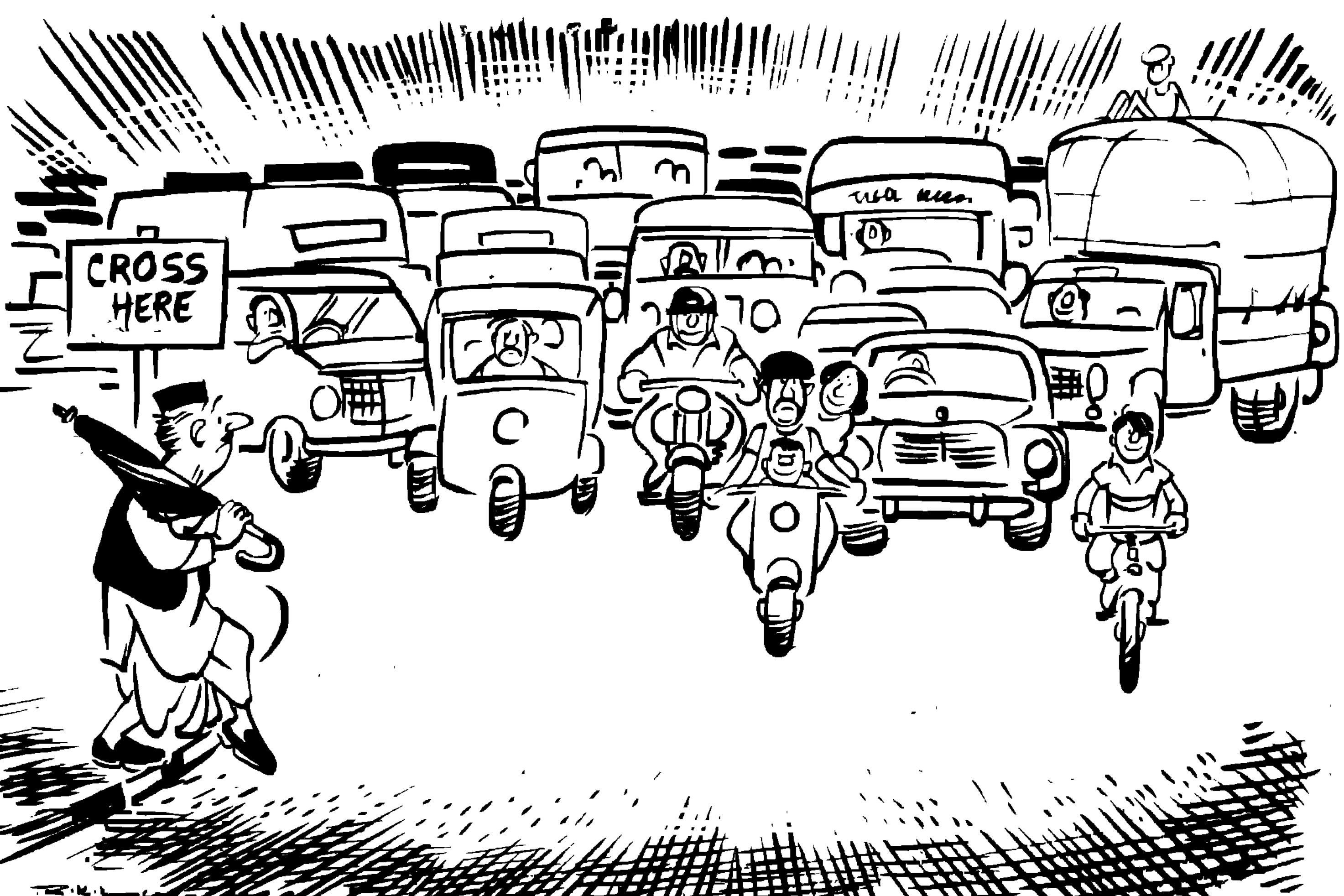
જહાજ બાંધકામ

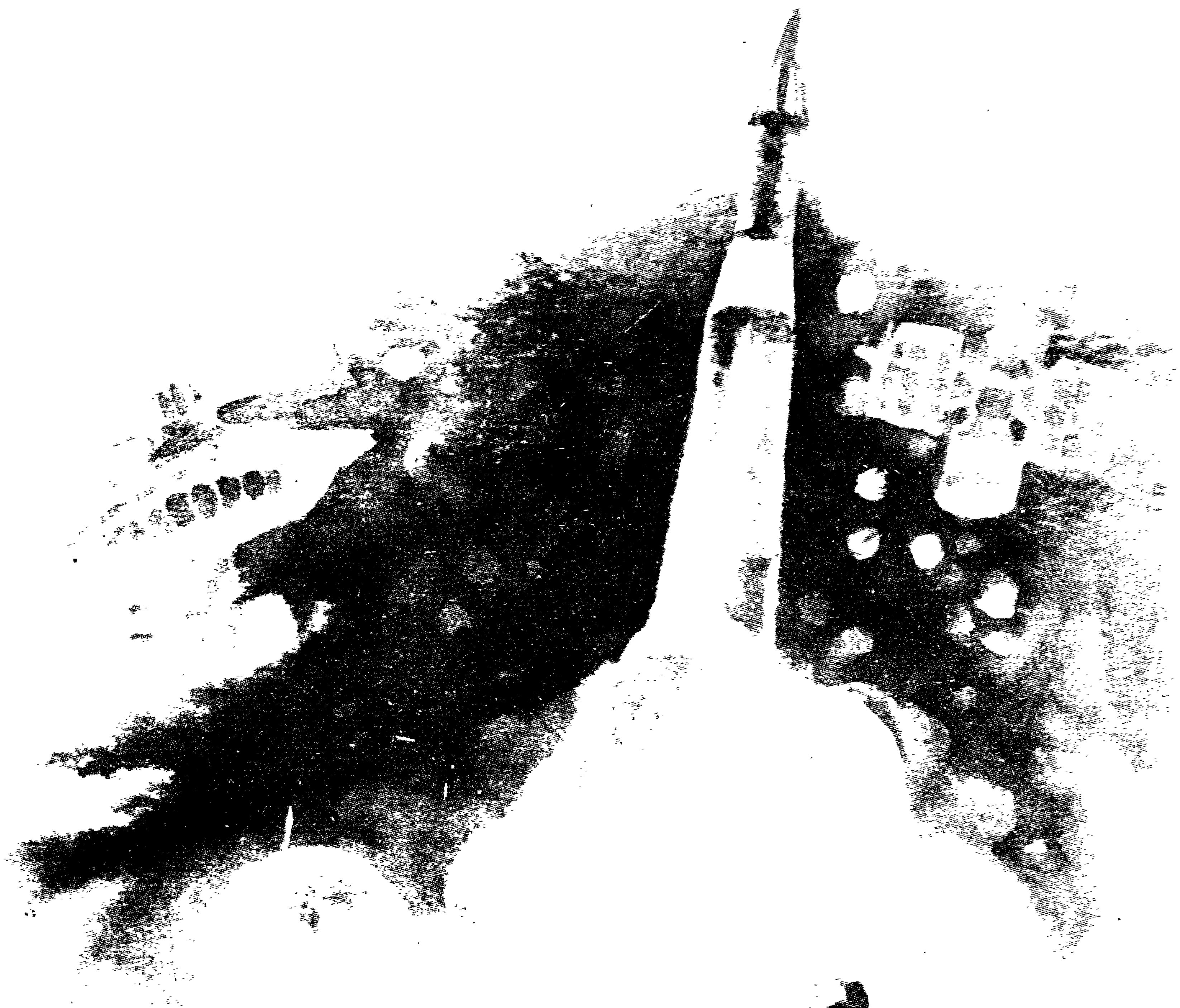


(દેશના રસ્તાઓ ઉપર ચાલતાં મોટાભાગનાં વાહનો ભારતીય કારખાનાંઓમાં જ બનેલાં છે. ભારતમાં મોટરગાડીઓ, માલવાહક ગાડીઓ, બસો, મોટરસાઇકલો, સ્કૂટરો, મોપેડો, સાઇકલો અને અલબત્ત ગાડાંઓ બને છે. મોટરસાઇકલો, સ્કૂટરો અને સાઇકલોની તો કેટલાય દેશોમાં નિકાસ પણ થઇ રહી છે. ભારતની બળદગાડી તો વાહન-વ્યવહારનું જૂનામાં જૂનું સાધન ગણાય છે. અને આજે પણ તેનો ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. બળદગાડીની રચના અને કાર્યક્ષમતામાં ઘણો સુધારો થયો છે. ઘણા પ્રકારનાં ગાડાંઓને લાકડાનાં પૈડાંને બદલે રબ્બરનાં ટાયરો છે. ધૂંસરી તથા ખુદ ગાડામાં પણ હવે સુધારો થયો છે.)

(ભારતમાં જહાજો અને વિમાનો, લડાયક ટેંકો અને ટ્રેક્ટરો પણ બની રહ્યાં છે. દેશનાં ચાર મોટાં જહાજીવાડાઓમાં જહાજો, મોટર બોટ, મછવા, દરિયાને તળિયેથી કાદવ સાફ કરતા યંત્રવાળું જહાજ અને કિનારેથી ભમતી આગબોટો બનાવવામાં આવી રહ્યાં છે. બેંગલોરના હિંદુસ્તાન એરોનોટિક્સ લિમિટેડમાં 'ફાઇટર' અને સંરક્ષણના માલસામાન તેમજ ઉતારુઓની હેરફેર માટે, તેમજ ખેતીવિષયક જરૂરતો પૂરી કરવા પાક ઉપર દવા છાંટવાનાં નાનાં વિમાનો બનાવવામાં આવી રહ્યાં છે. હેલિકોપ્ટરો પણ ત્યાં જ બને છે. નાગરિક ઉડ્ડયનનાં વિમાનો દેશનાં મોટાં શહેરો વચ્ચે નિયમિત સેવા આપે છે. દેશમાં પાંચ આંતરરાષ્ટ્રીય વિમાની મથકો અને 85 પ્રમુખ વિમાન ઉતરાણ કેન્દ્રો છે.)

(બળદગાડાં અને ઉપગ્રહો, કોડિયાના દીવાઓ અને અણુશક્તિ: ભારતમાં આ બધું એકસાથે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. ભૂતકાળની ઉપયોગી વસ્તુઓને સાચવીને, અને છતાં નવીનતમ યંત્રવિદ્યાકીય જ્ઞાનને પણ સ્વીકારીને સર્જકતા અને નવી પરિસ્થિતિને અનુકૂળ બનવાની ક્ષમતા, એ ભારતની સિદ્ધિઓનું ખાસ લક્ષણ છે. એને લીધે જ આજે પણ ભારત ઝડપથી આગળ વધી રહ્યું છે.)







Printed at Quality Enterprises, 8246, New Anaj Mandi, Delhi-6